

ПАССАЖИРСКИЕ ЭЛЕКТРОВОЗЫ

ЧС4 и ЧС4^Т



ПАССАЖИРСКИЕ ЭЛЕКТРОВОЗЫ ЧС4 и ЧС4^Т

ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ,
ПЕРЕРАБОТАННОЕ И ДОПОЛНЕННОЕ

Под общей редакцией
канд. техн. наук В. А. КАПТЕЛКИНА



МОСКВА «ТРАНСПОРТ» 1975



Сканировал
Вячеслав Михед
Aka PatriotRR

Пассажирские электровозы ЧС4 и ЧС4^Т.
Каптелкин В. А., Колесин Ю. В.,
Ильин И. П., Потапов А. С., Мо-
ховиков Д. И. Изд. 2-е, перераб. и доп.
М., «Транспорт», 1975, 384 с. Рис. 255, табл. 2.

В книге даны описание конструкции и основные правила содержания тяговых и вспомогательных электродвигателей, электрической и пневматической аппаратуры, а также механической части электровозов ЧС4 и ЧС4^Т. Приведены характеристики электровозов, рассмотрено действие их электрических цепей и изложены основные указания по управлению локомотивом.

Книга рассчитана на локомотивные бригады и инженерно-технический персонал, связанный с эксплуатацией и ремонтом электровозов ЧС4 и ЧС4^Т. Она также может быть полезна учащимся транспортных техникумов и школ машинистов локомотивов.

П $\frac{31802-101}{049 (01)-75}$ 101-75

ОТ АВТОРОВ

Первое издание книги «Пассажирский электровоз ЧС4» вышло в 1971 г. Со времени написания книги количество выпущенных электровозов ЧС4 утроилось, причем ряд конструктивных узлов, отдельные аппараты и электрические схемы претерпели значительные изменения как при постройке новых электровозов, так и в процессе модернизации ранее выпущенных. Кроме того, потребовалось дополнить книгу описанием электровозов ЧС4^г с реостатным торможением. В этой связи в данной книге переработано и обновлено содержание всех глав. Особое внимание авторами было обращено на объяснение отдельных рекомендаций, обеспечивающее наиболее успешное их использование в практике. По этой причине, а также для цельности изложения в отдельных местах книги авторам пришлось привести некоторые известные положения.

Все обозначения в схемах электрических цепей соответствуют ГОСТ 2.721—68 — ГОСТ 2.748—68.

Авторы выражают благодарность рецензентам инж. Л. В. Попиванову и канд. техн. наук А. Л. Лисицыну за ценные замечания, сделанные ими при подготовке рукописи к печати.

Книгу написал и: главы I, III, IV, VII, X (§ 53—55, 58—62, 66, 67, 74); главу XII и приложения — канд. техн. наук В. А. Каптелкин; главу II — канд. техн. наук Ю. В. Колесин; главы V, VI, X (§ 51, 52, 56, 63—65, 68—71, 73) — инж. И. П. Ильин; главы VIII, IX, X (§ 57, 72) — инж. А. С. Потапов, главу XI — инж. Д. И. Моховиков.

Все пожелания и замечания по книге будут приняты авторами с благодарностью. Просьба направлять их по адресу: Москва 107174, Басманный тупик, 6а, издательство «Транспорт».

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

ОБ ЭЛЕКТРОВОЗАХ ЧС4 И ЧС4^т

И ИХ ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

§ 1. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

В 1965 г. в Советский Союз поступил первый шестиосный пассажирский электровоз переменного тока, построенный на чехословацком народном предприятии «Шкода» — заводах им. В. И. Ленина в городе Пльзене. Этот электровоз, получивший обозначение ЧС4-001 (заводской тип 52Е0), имел мощность часового режима 5100 кВт, сцепной вес 131 тс и был рассчитан на максимальную скорость 160 км/ч.

Эксплуатационные испытания электровоза на Северо-Кавказской дороге позволили сделать ряд замечаний по его конструкции, которые были учтены заводами-изготовителями при выпуске серийных электровозов.

Первая серийная партия, состоявшая из десяти электровозов ЧС4 (заводской тип 52Е1), была поставлена в СССР в 1966 г. В течение этого года электровозы проходили тягово-энергетические, прочностные, динамические и путевые испытания, по результатам которых, а также по опыту эксплуатации этих электровозов был переработан проект серийного пассажирского электровоза ЧС4. Поэтому электровозы начиная с ЧС4-012 по сравнению с выпущенными ранее имеют ряд конструктивных изменений. В частности, усилена механическая часть, изменено расположение оборудования в кузове электровоза, применены новые выпрямительные установки, частично изменены электрические схемы. Из-за недостатков, которые имела система реостатного торможения на первых десяти серийных электровозах, электровозы ЧС4 последующих выпусков не оборудовались системой электрического торможения.

Заводы «Шкода» строили электровозы ЧС4 серийно для железных дорог Советского Союза по 1972 г. В процессе изготовления в конструкцию оборудования и электрические схемы электровозов вносились изменения, направленные на улучшение эксплуатационных показателей этих электровозов. Изменения осуществлялись периодически — при выпуске новой серийной партии. С 1966 г. таких партий выпущено пять: электровозы ЧС4-002-011 (заводской тип 52Е1), ЧС4-012-061 (52Е2), ЧС4-062-160 (52Е3), ЧС4-162-211 (52Е4) и ЧС4-212-231 (52Е5).

В 1971 г. заводы «Шкода» построили первый электровоз ЧС4^т (заводской тип 62Е0 порядковый номер 161), оборудованный системой мощного реостатного тормоза с автоматическим управлением. Эта система не имеет недостатков, присущих реостатному тормозу электровозов ЧС4-002-011. Она выполнена с использованием тиристорov,

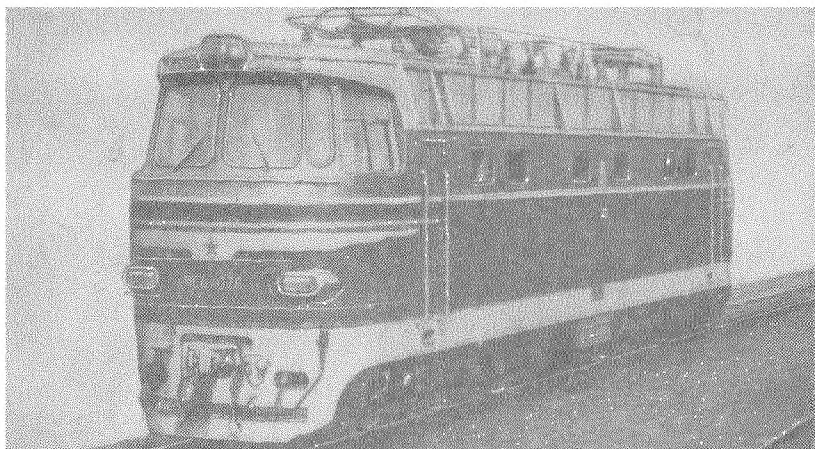


Рис. 1. Электровоз ЧС4

появление которых открыло дальнейшие перспективы совершенствования электровозов переменного тока. Серийный выпуск электровозов ЧС4^г (заводской тип 62Е1) начал заводами «Шкода» в 1973 г.

Электровозы ЧС4 и ЧС4^г (рис. 1 и 2) существенно отличаются от электровозов переменного тока отечественного производства. Электрическое оборудование и схемные решения электровозов ЧС4 и ЧС4^г отражают направления и традиции, существующие в зарубежном электровозостроении. В частности, регулирование напряжения тяговых двигателей осуществляется на стороне высшего напряжения тягового трансформатора. Такой принцип регулирования,

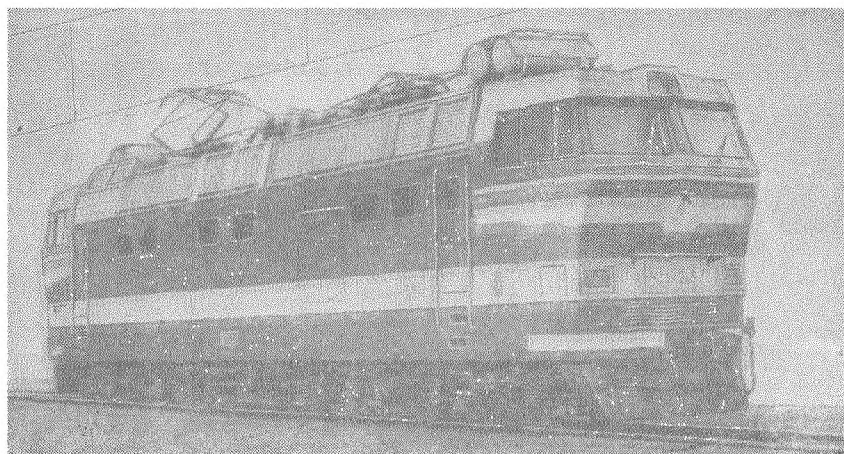


Рис. 2 Электровоз ЧС4^г

с одной стороны, вызывает увеличение веса и габаритных размеров трансформатора вследствие наличия дополнительной регулировочной обмотки, но, с другой стороны, позволяет достигнуть относительно малых размеров и массы высоковольтного переключателя ступеней тягового трансформатора. Некоторый выигрыш в массе обеспечивается также за счет уменьшения числа силовых шин и отсутствия делителей напряжения. Высоковольтное регулирование позволило упростить защиту выпрямительных установок.

Выбор оптимального напряжения тяговых двигателей дал возможность выполнить их более легкими. Удельная масса тягового двигателя AL4442 п Р электровозов ЧС4 и ЧС4^Г составляет 3,5 кгс/кВт.

Для питания трех параллельно соединенных тяговых двигателей с пониженным напряжением на коллекторе потребовалась тяговая выпрямительная установка со сравнительно малым количеством последовательно соединенных кремниевых вентиляей, что позволило применить простую и надежную защиту от пробоя вентиляей. Вместе с тем большие номинальные токи тяговых двигателей обусловили необходимость увеличения параллельных ветвей в плечах мостов тяговых выпрямительных установок. Это обстоятельство, а также большой реактанс тягового трансформатора из-за наличия дополнительной высоковольтной обмотки обеспечили значительное снижение удельной нагрузки кремниевых вентиляей при токовых перегрузках и коротких замыканиях и позволили осуществлять токовую защиту тяговых выпрямительных установок только главным выключателем.

На электровозах ЧС4 и ЧС4^Г в качестве вспомогательных машин использованы электродвигатели пульсирующего тока, кроме конденсаторных электродвигателей насосов в системе масляного охлаждения тягового трансформатора. Система вспомогательных машин с электродвигателями пульсирующего тока характеризуется механической устойчивостью при пониженных напряжениях, высоким значением коэффициента мощности и легкостью получения значительных пусковых моментов, что позволило применить электродвигатели с относительно небольшими запасами мощности. Использование электродвигателей пульсирующего тока дало возможность обеспечить простыми средствами сезонное регулирование производительности вентиляторов путем ступенчатого изменения напряжения питания электродвигателей. Благодаря применению управляемых полупроводниковых вентиляей — тиристоров — на электровозах ЧС4^Г стабилизировано напряжение питания вспомогательных машин, в результате снижена суммарная установленная мощность электродвигателей и улучшены условия их работы на локомотиве.

Расположение оборудования выполнено по блочному принципу в отличие от применяемой на отечественных электровозах системы с единой высоковольтной камерой. Все основное оборудование скомпоновано в отдельные блоки, которые можно демонтировать через проемы крыши или специальные люки. Силовой электрический монтаж выполнен в основном шинами.

Конструкция механической части электровозов ЧС4 и ЧС4^Г имеет ряд новых, ранее не встречавшихся на отечественных локомотивах

решений, таких, как индивидуальное подвешивание колесных пар, гидродемпфирование первой (буксовой) ступени подвешивания, которые обуславливают не особенности ухода за экипажем и его ремонта.

§ 2. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Электровозы ЧС4 и ЧС4^т предназначены для работы с пассажирскими поездами на магистральных железных дорогах, эксплуатируемых на однофазном токе промышленной частоты с номинальным напряжением на токоприемнике 25 кВ. Все оборудование этих электровозов рассчитано на надежную работу при допустимом по ГОСТ 6962—54* изменении величины напряжения контактной сети от 19 до 29 кВ и в условиях колебания температуры окружающего воздуха от —50 до +40° С вне кузова электровоза.

Наружные размеры электровозов ЧС4 и ЧС4^т удовлетворяют требованиям габарита 1Т ГОСТ 9238—73 с исключением пропуска электровозов через механизированные сортировочные горки.

Тяговые характеристики электровозов приведены на рис. 3, а тормозные характеристики электровоза ЧС4^т — на рис. 4.

Основные технические данные электровозов ЧС4 и ЧС4^т следующие:

Осевая формула	3 ₀ -3 ₀
Часовой режим:	
мощность на валах тяговых двигателей	5100 кВт
сила тяги	17,4 тс
скорость	107,1 км/ч

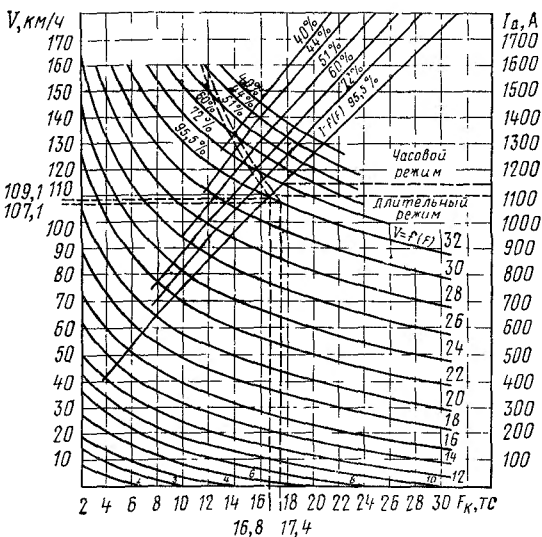


Рис. 3. Тяговые характеристики электровозов ЧС4 и ЧС4^т

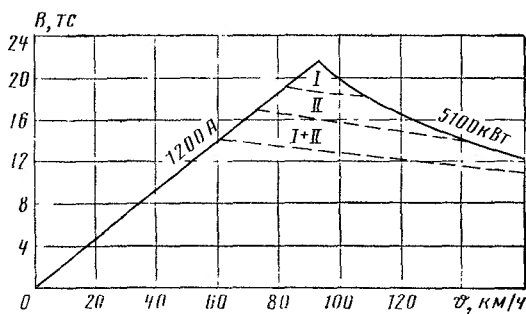


Рис. 4. Тормозные характеристики электровоза ЧС4^т

Длительный режим:	
мощность на валах тяговых двигателей	4920 кВт
сила тяги	16,8 тс
скорость	109,1 км/ч
Сила тяги при трогании	31 тс
Максимально допустимая в эксплуатации скорость	160 км/ч
Мощность реостатного тормоза электровоза ЧС4 ^т	5000 кВт
Передаточное число	1:2,64
Диаметр колес по кругу катания при новых бандажах	1250 мм
Длина между осями автосцепок	19 980 »
Жесткая база тележки	4600 »
Ширина кузова.	
электровоза ЧС4	3200 »
электровоза ЧС4 ^т	3100 »
Высота от верхней кромки крыши до голо- вок рельсов:	
электровоза ЧС4	4650 »
электровоза ЧС4 ^т	4450 »
Высота от полоза токоприемника до головок рельсов:	
в рабочем состоянии	5500—6800 »
при опущенном токоприемнике электро- воза ЧС4	5240 »
То же электровоза ЧС4 ^т	5150 »

Согласно техническим условиям вес электровоза ЧС4 в рабочем состоянии должен составлять 123 тс, а электровоза ЧС4^т — не более 126 тс, т. е. нажатие от колесной пары на рельсы при неподвижных электровозах равно 20,5 — 21 тс.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

§ 3. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Механическая часть электровозов ЧС4 и ЧС4^г выполнена на основании современных конструктивных решений, получивших распространение в мировой практике локомотивостроения.

Оценку и сравнение ходовых качеств локомотивов, имеющих различное конструктивное выполнение экипажной части, производят по их динамическим характеристикам. Эти показатели определяют, с одной стороны, величину и характер динамических сил, возникающих как внутри локомотива между отдельными элементами его экипажа, так и вне его, т. е. в контактах колес с рельсами; с другой — условия комфортабельности работы локомотивной бригады, т. е. плавность хода. Эти оценки между собой тесно связаны.

Для того чтобы более наглядно оценить влияние того или иного конструкционного параметра, динамические показатели систематизируют, разделяя их по видам колебаний или по степени свободы. Кроме того, разделяют движение локомотива в прямых и кривых участках пути.

Конструкция локомотива представляет собой сложную колебательную систему. Однако для практической оценки ходовых качеств обычно выделяют кузов и рассматривают колебания: вокруг продольной оси (боковая качка), поперечной оси (галомирование), вертикальной оси (виляние), вдоль вертикальной оси (параллельно продольной — подпрыгивание) и вдоль поперечной оси (относ.). При этом предполагается, что координатные оси неподвижно связаны с полотном железнодорожного пути.

Для характеристики внутренних сил и связей рассматривают колебания тележки относительно кузова, а именно галомирование, подпрыгивание, виляние и относ. Вертикальные колебания и колебания боковой качки локомотива определяются параметрами рессорного подвешивания, массами и моментами инерции кузова и тележек.

При движении по рельсовой колее колеса локомотива проходят через различные виды неровностей. Масса, связанная с катящимся колесом посредством упругого элемента, в силу инерционности, не повторяет траектории колеса: разница в траекториях колеса и массы компенсируется деформацией упругого элемента. Следовательно, сила, передаваемая на подрессоренную массу, тем меньше, чем меньше неровность и жесткость упругого элемента. Большая часть железных дорог Советского Союза характеризуется сезонным состоянием пути, т. е.

величина неровности для одного и того же участка непостоянна. Поэтому рессорное подвешивание локомотива стремятся сделать как можно мягче, снижая этим чувствительность локомотива к состоянию пути.

После прохождения неровности в системе возникнут гармонические колебания с собственной частотой. Наиболее характерной, периодически повторяющейся неровностью железнодорожного пути является рельсовый стык. Наличие периодического возмущения, частота которого может меняться (в зависимости от скорости движения), определяет характер колебания нашей системы: она совершает вынужденные колебания и имеет области резонанса при совпадении собственных частот колебаний с частотой возмущения. В этом случае, как известно, в системах, не рассеивающих энергии колебаний по мере сближения частот (вынужденной и собственной), амплитуда колебаний растет, а в точке резонанса с течением времени может быть как угодно большой.

Выражение резонансной скорости для одномассовой системы можно представить в виде $v_p = 0,573 L \sqrt{\frac{ж}{m}}$ (здесь L — длина рельсового звена; $ж$ — жесткость рессорного подвешивания; m — подрессоренная масса локомотива).

Величина подрессоренной массы определяется полным весом локомотива (нажатием колесной пары на рельсы) и не может варьироваться в широких пределах. Длина рельса (между стыками), являясь характеристикой верхнего строения пути для железных дорог Советского Союза, может быть равной либо 12,5, либо 25 м. Следует иметь в виду, что рельсовая колея, представленная длинными сварными плетями (бесстыковой путь), по характеристике периодического воздействия на подвижной состав практически ничем не отличается от стыкового пути. Таким образом, выбор резонансной скорости может варьироваться только жесткостью рессорного подвешивания.

Исходя из наличия резонансной зоны, жесткость подвешивания целесообразно выбирать такой, чтобы значение v_p лежало далеко за пределами конструкционной скорости, т. е. подвешивание должно быть очень жестким (особенно для скоростных локомотивов). Но в этом случае локомотив становится весьма чувствительным к состоянию пути.

Это противоречие на практике примиряется тем, что рессорное подвешивание локомотива выполняют по возможности мягким, и величину амплитуд в области резонанса ограничивают, вводя в систему демпфирование. Принцип демпфирования заключается в том, что в систему вводят элемент, рассеивающий энергию колебаний, т. е. преобразующий ее в другие виды энергии. При этом собственные колебания системы становятся затухающими, а вынужденные в зоне резонанса имеют ограниченную амплитуду.

В свое время в качестве упругого элемента в подвешивании широкое распространение получили листовые рессоры. Рассеяние энергии колебаний в системе, имеющей листовые рессоры, происходит за счет работы сил трения, возникающей между листами последних. Большим

недостатком листовых рессор является нестабильность величин сил трения, или коэффициента трения между листами.

Как показали наблюдения, после сравнительно непродолжительной эксплуатации силы трения увеличиваются в 5 — 6 раз по сравнению с теми, которые были в рессоре при заводском изготовлении. Такие изменения в характеристике рессор резко меняют динамику локомотива.

Указанная неопределенность в работе листовых рессор побудила разделить упругость и демпфирование: рессорное подвешивание стали выполнять из витых пружин с параллельным включением демпфера. Конструктивное выполнение демпфера сухого трения (т. е. демпфера, в котором поглощение энергии колебаний осуществляется за счет работы сил трения, возникающих при скольжении одного твердого тела по другому) обычно предусматривает наличие регулировочного устройства, при помощи которого устанавливается наперед выбранная величина демпфирующих сил. В эксплуатации это же регулировочное устройство дает возможность сохранить выбранные параметры.

Основным недостатком демпфера сухого трения является чувствительность его демпфирующих способностей к величине фактора возмущающего колебания, что заключается в следующем. Величина установленной (конкретной) демпфирующей силы обеспечивает оптимальное демпфирование колебаний только в интервале определенных по амплитуде неровностей пути. Если амплитуды неровностей при той же демпфирующей силе будут меньше, т. е. если эквивалентные этим неровностям возмущающие силы будут меньше демпфирующей, то упругие элементы, установленные параллельно с демпфером, не будут иметь перемещений (система блокируется). В этом случае все импульсы от неподрессоренных элементов на поддрессоренные будут передаваться жестко. Если амплитуды неровностей будут больше определенных вышеуказанным интервалом, то работа демпфера будет меньше энергии рассеяния, потребной для поддержания в системе допустимого уровня колебаний.

Более сложен по конструкции, но свободен от указанных недостатков демпфер «вязкого трения», или гидродемпфер. Подробно о принципе его работы будет сказано ниже.

Создание мягкого рессорного подвешивания связано с увеличением габаритных размеров его элементов (высоты и диаметра пружин, диаметра прутка и т. д.). Конструктивно не всегда можно разместить элементы рессорного подвешивания, выбранного в соответствии с требуемой жесткостью в буксовом узле (между буксой и рамой тележки). В этом случае его делят на ступени: 1-ю, или буксовую, и 2-ю, размещающую между рамой тележки и кузовом.

Такие параметры, как жесткость и тип рессорного подвешивания, способ и степень демпфирования в сочетании с заданными массами и моментами инерции поддрессоренных элементов, являются постоянно действующими факторами, определяющими характеристики вертикальной динамики локомотива, т. е. колебаний галопирования, подпрыгивания и боковой качки. Несравненно большую трудность представляет выбор параметров, определяющих горизонтальную динамику.

Физически сущность процессов, происходящих в контакте колеса с рельсом, еще недостаточно изучена, а сами процессы неуправляемы. Поэтому основные исследования в области горизонтальной динамики локомотивов направлены на изучение факторов, воздействующих на вызываемый этими процессами эффект — извилистое движение экипажа в прямых участках пути. Существует взаимосвязь между конструкционным выполнением отдельных узлов, а также экипажа в целом и плавностью хода локомотива в горизонтальной плоскости. Ряд факторов, способствующих спокойному ходу локомотива в прямых участках пути, отрицательно сказывается на прохождении им кривых и наоборот. Так, например, благоприятным с точки зрения прохождения кривых участков пути является наличие свободных (или осуществляющихся с малой жесткостью) разбегов осей колесных пар; для улучшения плавности хода в прямых участках необходимо исключение всех возможных свободных взаимоперемещений элементов экипажа в горизонтальной плоскости; для прохождения кривых малого радиуса с минимальным воздействием на путь полезно горизонтальное сочленение тележек; при движении в прямых участках пути и особенно при входе в кривую оно является вредным и т. д.

В различных типах экипажей эти проблемы имеют каждый раз свои решения, однако в конструкциях всех современных локомотивов имеются и общие тенденции, которые вкратце сводятся к следующему.

Массы тележек и кузова в горизонтальной плоскости разделяют, т. е. между ними исключают жесткую поперечную связь. В связи с этим становится необходимым применение устройств, возвращающих кузов в соосное с тележками положение после возможных отклонений, а также элементов, демпфирующих горизонтальные колебания кузова относительно тележек, возникающие при извилистом движении экипажа. Упругая характеристика возвращающего устройства должна обеспечивать начальное отклонение кузова относительно тележек при незначительных возвращающих силах. Это способствует плавному, без передачи толчков и больших поперечных усилий на кузов прохождению локомотивом горизонтальных неровностей пути, что весьма важно не только для плавности горизонтального хода, но и с точки зрения снижения уровня сил, передаваемых от локомотива на путь, так как в этом случае во взаимодействии участвуют практически только массы тележки. При увеличении смещения кузова от соосного положения возвращающее усилие должно резко возрасти, ограничивая это движение. Демпфирование поперечных колебаний, необходимое при движении локомотива в прямых участках пути, увеличивает силовое воздействие его на путь при вписывании в кривые участки, препятствуя повороту тележек под кузовом. Этим ограничивается величина демпфирующих сил (степень демпфирования).

Применяют упругое горизонтальное сочленение тележек, конструктивно предусматривающее их взаимное свободное перемещение на величину, которая обеспечивает независимое движение в прямых участках пути. Это создает и более благоприятные условия входа экипажа в кривые.

Расстояние между шкворнями кузова стремятся увеличить с тем, чтобы скорости движения, при которых начинаются резонансные колебания (маятниковое движение) кузова, сделать находящимися за пределами эксплуатационных скоростей.

Параметры выбирают таким образом, чтобы частоты собственных колебаний локомотива сделать как можно далекими одна от другой во избежание биений или внутренних резонансов. Наибольшее влияние на горизонтальные колебания, как связанные с ними, оказывают колебания боковой качки. Поэтому следует выбирать частоты этих двух видов колебаний как можно более далекими друг от друга.

Ранее введенное понятие постоянно действующих факторов, определяющих динамику локомотива, очевидно, предусматривает присутствие и факторов временных или случайных. С одним из них — состоянием пути — мы уже сталкивались. Другие, такие, как неисправности отдельных узлов, предельно допустимые износы деталей, а также влияние этих факторов на динамику, рассмотрены в преломлении к конструкции электровозов ЧС4 и ЧС4^т.

Экипажи электровозов ЧС4 и ЧС4^т имеют две трехосные тележки (рис. 5), на которые опирается кузов. Тележки между собой соединены упругим горизонтальным сочленением 2. Колесные пары 1, оборудованные буксами 4 с роликовыми подшипниками, закреплены в раме 3 тележки при помощи поводков. Расстояние между соседними осями колесных пар в тележке 2300 мм. Тяговые двигатели имеют опорно-рамную подвеску и жестко закреплены на раме тележки. Зубчатая передача 5 односторонняя прямозубая. Передача вращающего момента от вала тягового двигателя к малой шестерне осуществляется приводом специальной конструкции, обеспечивающей компенсацию изменения расстояния между осью колесной пары и валом тягового двигателя при движении электровоза. Поводковая группа, с помощью которой букса закреплена в раме тележки, допускает упругие перемещения оси с жесткостью; в поперечном (горизонтальном) направлении 450 — 800 кгс/мм, в продольном — 7000 кгс/мм, в вертикальном — 55 кгс/мм. Буксовое рессорное подвешивание индивидуальное (несбалансированное), выполнено витыми пружинами. Жесткость пружины буксового подвешивания — 46 кгс/мм.

Вертикальная жесткость 1-й ступени подвешивания (на колесо) определяется суммарной жесткостью пружин и параллельно с ней включенной вертикальной жесткостью поводковой группы.

Наличие параллельно включенного упругого элемента (поводковой группы) со значительной жесткостью не дает возможности создать первичное рессорное подвешивание достаточно мягким. Так, уменьшив жесткость пружин вдвое, получим уменьшение суммарной жесткости на 30%. Но для того, чтобы сохранить прочность пружин, их габаритные размеры придется значительно увеличить, в связи с чем конструктивная компоновка буксового узла станет невозможной. Это обстоятельство является одной из основных причин, по которой вертикальное рессорное подвешивание электровоза выполнено двухступенчатым.

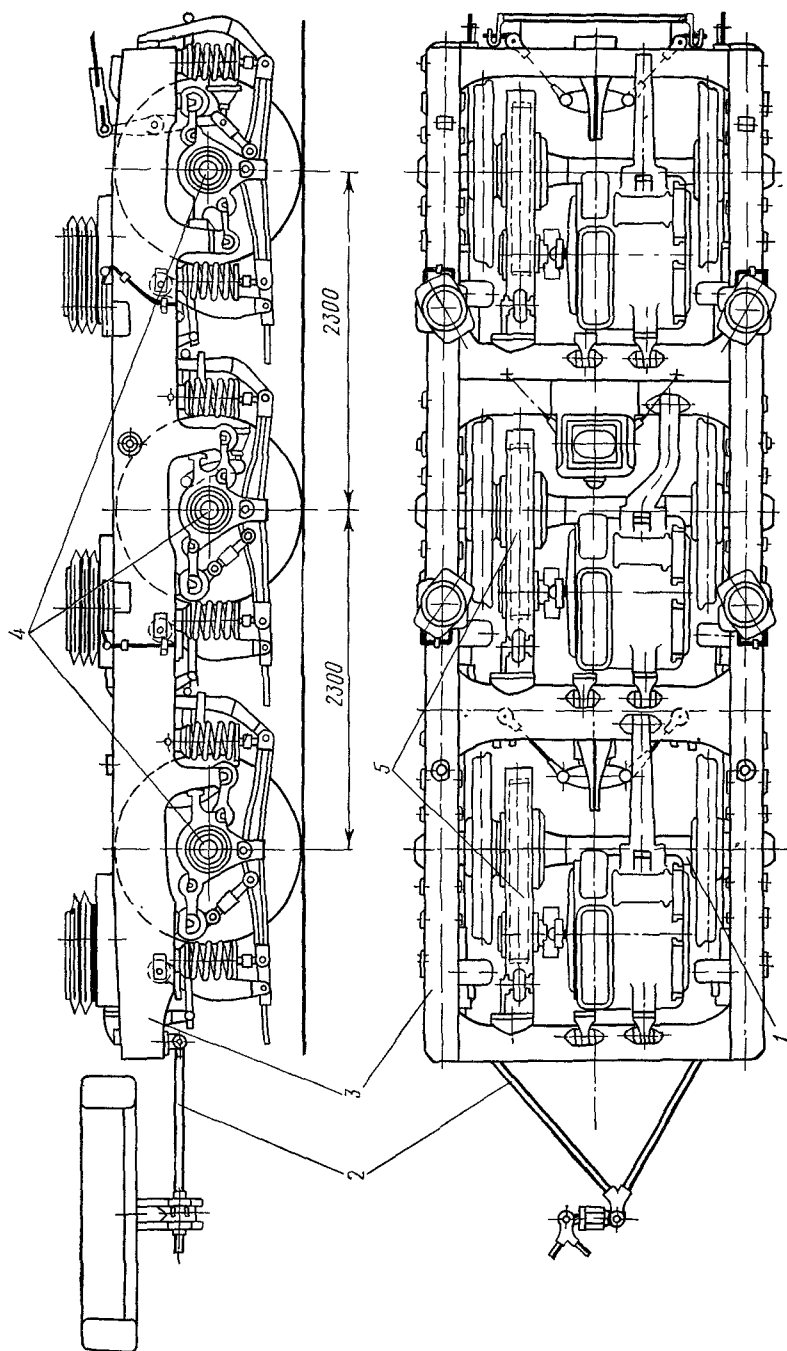


Рис. 5 Тележка

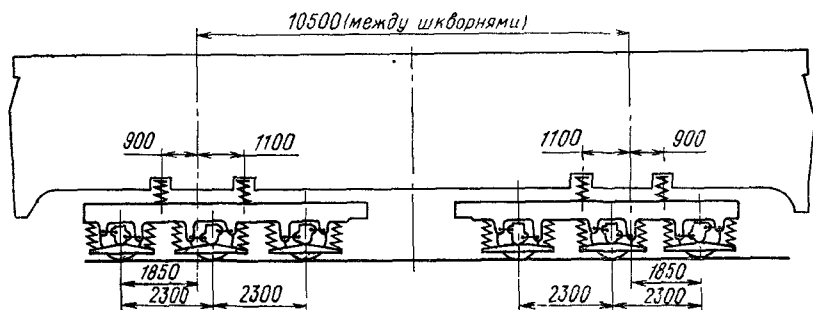


Рис. 6. Схема рессорного подвешивания

2-я ступень подвешивания представлена пакетами пружин боковых опор, через которые полный вес кузова передается на рамы тележек.

Схема расположения боковых опор (рис. 6) и жесткость 2-й ступени подвешивания определяются условиями рационального использования сцепного веса локомотива при реализации сил тяги; выбора оптимальной величины демпфирующего момента, гасящего горизонтальные колебания локомотива, и рационального восприятия веса кузова рамой тележки. Последнее достигается тем, что скользуны 6 (см. рис. 5) боковых опор на боковинах рамы тележки размещаются над пружинами буксового подвешивания, чем значительно снижаются величины изгибающих моментов и соответственно напряжений, определяемых данным видом нагрузки.

Сила тяги, реализуемая в контакте колеса с рельсом, через буксовые поводки передается на раму тележки, а от нее через шкворень и раму кузова — на автосцепку.

Все возникающие при тяге усилия (на поводках, шкворне и автосцепке) направлены параллельно оси пути и находятся на разных уровнях от головок рельсов. На кузов (рис. 7) действуют силы P , приложенные к шкворням на расстоянии 1000 мм от плоскости пути, и сила F_k , приложенная к автосцепке, на расстоянии 1055 мм от того же начала отсчета, т. е. на кузов действует пара сил $2P$ на плече 55 мм. Реализуемый этой парой момент может быть уравновешен только моментом от реакций в боковых опорах. Таким образом, первая по ходу

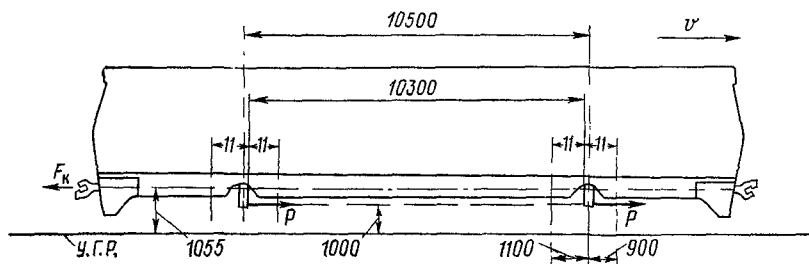


Рис 7. Схема сил, действующих на кузов при реализации тяги

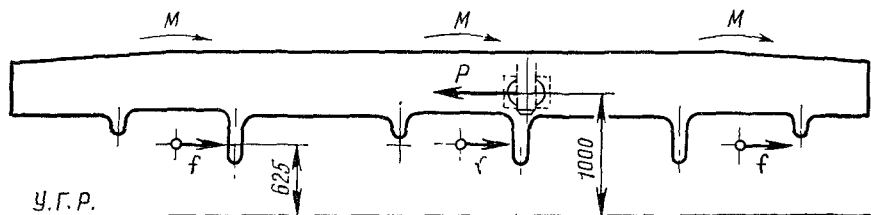


Рис. 8 Схема сил, действующих на раму тележки при реализации тяги

тележка будет перегружена, а вторая недогружена силой $\frac{2P \cdot 55}{10\,300} = 2P \times 0,00534 = 0,00534 F_{\kappa}$.

Рама тележки, находящаяся под действием сил f (сила тяги на ось), приложенных на уровне осей колесных пар, силы P и моментов $M_{\text{т.д.}}$, являющихся реактивными от моментов, реализуемых тяговыми двигателями (рис. 8), будет стремиться повернуться против часовой стрелки. Моменты $M_{\text{т.д.}}$, благодаря одностороннему расположению тяговых двигателей, частично уравнивают момент, образованный силами P и f .

Уравнение равновесия рамы тележки запишется в виде

$$375 P - 3 M_{\text{т.д.}} = M,$$

где M — восстанавливающий момент от реакций в пружинах 1-й и 2-й ступеней рессорного подвешивания. Раскрывая его, найдем

$$M = J_1 (a^2 + b^2 + c^2) \varphi_2 + J_2 (d^2 + e^2) (\varphi_1 - \varphi_2), \quad (1)$$

где φ_2 — угол поворота кузова;

φ_1 — угол поворота рамы тележки;

a, b, c, d, e — расстояния от оси шкворня до соответствующих упругих элементов (рис. 9);

J_1 — жесткость 1-й ступени подвешивания на ось;

J_2 — суммарная жесткость двух опор 2-й ступени подвешивания.

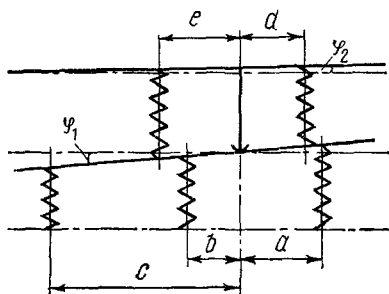


Рис. 9. Схема компенсации момента от сил тяги в рессорном подвешивании

Из выражения (1) следует, что чем меньше жесткость 2-й ступени подвешивания, тем большая доля неуравновешенного момента должна компенсироваться в 1-й ступени подвешивания, т. е. тем больше будет разгружаться ось I (IV) и перегружаться ось III (VI).

Как известно, значительная разгрузка оси может привести к боксованию. Таким образом, жесткость пружин 2-й ступени подвешивания не может быть ниже некоторого минимума, обеспечивающего требуемый

коэффициент использования сцепного веса. В данной конструкции жесткость комплекта пружин боковой опоры составляет 200 кгс/мм.

Опоры закреплены в главной раме кузова. Контакт их с рамой тележки осуществляется через скользуны, обеспечивающие свободные с трением поперечные и угловые горизонтальные перемещения тележки относительно кузова. Момент трения по опорам (при коэффициенте трения 0,1) составляет 15% момента трения по колесам. Возвращение кузова в соосное с тележками положение осуществляется упругой поперечной связью шкворня с рамой тележки. Между собой тележки сочленены упругой поперечной связью. Механизм сочленения допускает свободное взаимное перемещение тележек на величину ± 8 мм, что обеспечивает их независимое движение в прямых участках пути.

Для выбранной схемы вертикального рессорного подвешивания характерными являются «связанные» колебания системы, т. е. при возникновении одного из видов колебаний (например, галопирования кузова) неизбежно появление и всех других видов (подпрыгивание и галопирование тележек). Естественно, при затухании одного из этих колебаний будут затухать и остальные, так как одно из них не может существовать самостоятельно, независимо от других. Это дает возможность установить демпферы только в одной ступени подвешивания. На электровозах ЧС4 и ЧС4Г они стоят в 1-й (буксовой) ступени между рамой тележки и буксами (шесть демпферов на каждую тележку).

Размещение демпферов в буксовой ступени подвешивания является в данном случае более выгодным, так как при колебаниях подрессоренных элементов перемещения между рамой тележки и буксами значительно больше перемещений между кузовом и рамой тележки, в связи с чем необходимую работу демпфера, идущую на рассеяние энергии колебаний, можно реализовать при меньших демпфирующих силах.

Переходя к динамическим характеристикам электровозов, отметим ряд конструктивных параметров, определяющих динамические качества локомотива:

Масса кузова	66 800 кг
Масса подрессоренных элементов тележки	20 200 »
Масса неподрессоренных элементов тележки	7 900 »
Жесткость 1-й (буксовой) ступени подвешивания (на тележку)	882 кгс/мм
Жесткость 2-й ступени подвешивания (на тележку)	800 »
База тележки	$2300 \times 2 = 4600$ мм
Расстояние между шкворнями	10 500 »

Динамические характеристики электровоза ЧС4 получены на локомотивах, не имеющих отклонений от норм содержания механической части, и на пути, подготовленном для скоростного движения. Расчетные частотные характеристики электровоза, определенные по приведенным выше параметрам, хорошо согласуются с опытными (полученными в натурных испытаниях). Величины частот основных колебаний (колебаний с низшей частотой) по соответствующим степеням свободы равны: галопирования — 1,64 Гц, подпрыгивания —

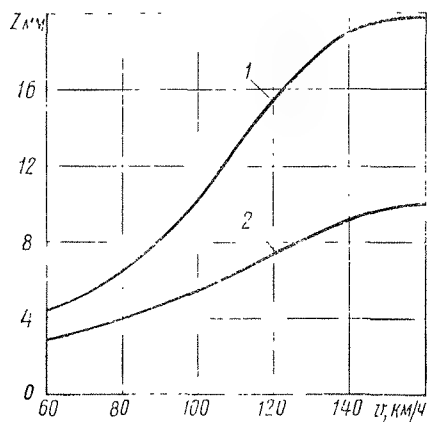


Рис. 10 Амплитуды вертикальных перемещений кузова

1 — галопирование, 2 — подпрыгивание

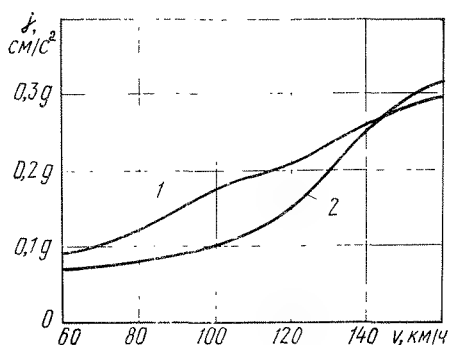


Рис. 11. Ускорения в кабине машиниста

1 — вертикальные, 2 — горизонтальные

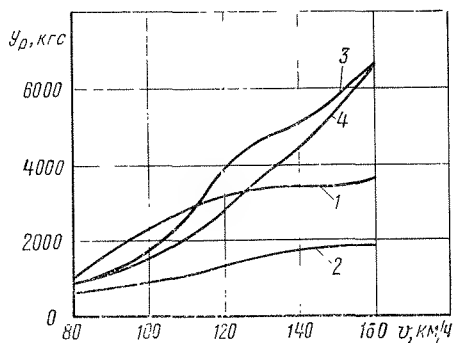


Рис. 12. Величины рамных сил на первой по ходу (1), второй (2), третьей (3) и шестой (4) слоях при движении электроваза в прямых участках пути

1,62, боковой качки — 1,04 Гц. Соответственно резонансным скоростям для указанных видов колебаний на пути с рельсами длиной 25 м будут 147, 146 и 93,5 км/ч; длиной 12,5 м — 74, 73 и 47 км/ч.

Определяющим видом колебаний электровазов ЧС4 и ЧС4Г в вертикальной плоскости являются колебания галопирования. Амплитуды колебаний монотонно растут с увеличением скорости (рис. 10). Тот же характер изменения имеют и вертикальные ускорения в кабине машиниста (рис. 11), причем, максимальные значения их амплитуд не превышают 0,3 г. Значительного роста амплитуд вертикальных колебаний в интервалах скоростей, соответствующих резонансам, не отмечается, что свидетельствует о правильном выборе характеристик демпфирования.

Максимальные амплитуды деформаций пружин буксовой ступени подвешивания при движении электроваза в прямых участках пути составляют 19 мм, пружин боковых опор — 11 мм. Максимальные перемещения пружин от крена в кривых участках пути равны для 1-й ступени подвешивания 6 мм, для 2-й ступени — 3 мм. Таким образом, для электроваза с исправной экипажной частью возможны следующие максимальные суммарные перемещения: между буксой и рамой тележки — 24 мм; между рамами тележек и главной рамой кузова — 14 мм.

Учитывая возможность временной потери характеристик рессорного подвешивания (например, при неисправности гидродемпферов) и связанным с этим

изменением динамики локомотива, вертикальные зазоры между буксами и рамой тележки установлены с некоторым запасом и должны соблюдаться в пределах 35^{+10} мм. Вертикальные зазоры между кузовом и рамами тележек, равные 45 ± 5 мм, также обеспечивают свободные, без соприкосновения, взаимные вертикальные перемещения указанных элементов экипажа.

Колебания боковой качки тесно связаны с горизонтальными колебаниями локомотива и поэтому их удобно рассматривать совместно.

При движении электровоза в прямых участках пути до скорости 120 — 125 км/ч устойчивых колебаний в горизонтальной плоскости между кузовом и тележками не возникает. Прохождение значительных по величине горизонтальных неровностей при этих скоростях сопровождается срывом трения в скользунах боковых опор и поперечным смещением тележки относительно кузова. Однако вызванные этим колебания очень быстро затухают. Время затухания 1 — 1,5 периода колебаний.

Таким образом, электровозы ЧС4 и ЧС4^г в интервале скоростей от 0 до 125 км/ч в прямых участках пути можно считать экипажем, в котором шесть осей колесных пар закреплены в общей жесткой раме.

Характеристики горизонтальной динамики для указанного диапазона скоростей невелики. Так, максимальные горизонтальные ускорения в кабине машиниста составляют 0,15 g (см. рис. 11), рамные силы, передаваемые от оси колесной пары на раму тележки в направлении оси, не превышают 4500 кгс (рис. 12). Боковая качка осуществляется с собственной частотой колебаний и амплитудами 5 мм (рис. 13). На скоростях 85 — 90 км/ч, т. е. в резонансе, наблюдается незначительное увеличение амплитуд колебаний.

Частота горизонтальных колебаний со скоростью меняется (рис. 14). На скоростях, близких к 125 км/ч, при которых уже существуют устойчивые горизонтальные колебания, сопровождающиеся взаимными перемещениями кузова и тележки, частоты боковой качки и виляния близки, в результате чего между ними возникают биения. При этом максимальные амплитуды обоих видов колебаний значительно увеличиваются (см. рис. 12, 13). С увеличением скорости частоты горизонтальных

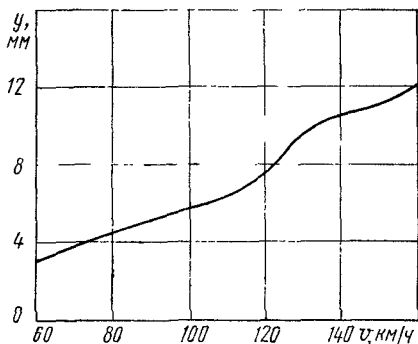


Рис 13. Амплитуда колебаний боковой качки

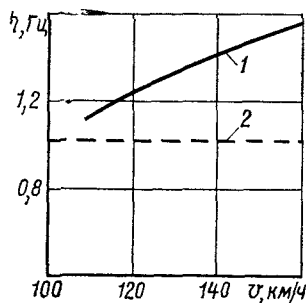


Рис. 14. Характеристики частоты горизонтальных колебаний (1) и собственной частоты боковой качки (2)

колебаний растут и биения исчезают и до скоростей 130—145 км/ч величины показателей боковой качки и виляния практически остаются на одном уровне. При дальнейшем увеличении скорости они вновь начинают расти.

При скоростях движения 145 — 160 км/ч частота колебаний боковой качки соответствует частоте горизонтальных колебаний. Это свидетельствует о том, что локомотив совершает вынужденные колебания боковой качки, возбужденные извилистым движением. Указанный факт имеет важное значение. Энергия горизонтальных колебаний расходуется на возбуждение боковой качки, которая в свою очередь демпфируется амортизаторами (гидродемпферами), установленными в 1-й ступени подвешивания. Таким образом, горизонтальные колебания локомотива демпфируются боковой качкой, и, следовательно, неисправность гидродемпферов приведет к значительному ухудшению не только вертикальной, но и горизонтальной динамики.

Баланс поперечных горизонтальных сил, действующих на тележку при извилистом движении экипажа, можно записать в следующем виде

$$mj + Y_{\text{ш}} + Y_{\text{тр}} + Y_{p1} + Y_{p2} + Y_{p3} = 0;$$

где $Y_{\text{ш}}$ — поперечная сила на шкворне;
 $Y_{\text{тр}}$ — сила трения на скользящих;
 Y_{p1}, Y_{p2}, Y_{p3} — рамные силы соответственно от первой, второй и третьей осей;
 m — масса подрессоренных элементов тележки;
 j — поперечное ускорение тележки.

Распределение сил по осям, т. е. величины рамных сил при максимальных значениях $Y_{\text{ш}}$, зависит от моментов сил, действующих на тележку, и разности фаз колебаний тележек.

Для электровозов ЧС4 и ЧС4^Г характерным является то, что при извилистом движении в прямых участках пути определяющими по величине рамных сил являются третья и шестая по ходу оси (см. рис. 18). Вторая и пятая оси, имеющие подрез гребней, передают на раму тележек силы трения, возникающие в контакте колес с рельсами.

Подрез гребня на средней оси делается из соображений вписывания тележек в кривые весьма малого радиуса, т. е. в такие кривые, в которых тележка, имеющая все колесные пары с полным гребнем, колесами крайних осей упирается в наружный рельс, а средней — во внутренний (заклинка экипажей). Для тележки базой 4600 мм и существующих на дорогах СССР по норм уширения колеи к ним относятся кривые радиусом меньше 80 м. Подрез гребня в данном случае эквивалентен увеличению уширения в кривом участке пути.

Более рациональным является применение средней колесной пары с полным гребнем и наличием свободного поперечного разбега оси относительно рамы тележки или буксы. В этом случае, с одной стороны, удовлетворяется приведенное выше условие вписывания в кривые малого радиуса, с другой — при движении в более пологих кривых разгружается первая набегающая ось, что снижает уровень сил, пере-

даваемых ею на путь, а следовательно, износ рельсов и гребня. Указанный эффект объясняется следующим.

Движение тележки в кривой характеризуется положением мгновенного центра вращения (центра поворота, ц. п.), вокруг которого она вынуждена поворачиваться, переходя из одной точки кривой в другую. Центр поворота лежит на пересечении продольной оси тележки с проведенным перпендикулярно к ней радиусом кривой (рис. 15) и находится всегда за второй колесной парой (при высоких скоростях движения между колесными парами второй и третьей). На раму тележки действуют силы (рис. 16): центробежная Π , приложенная в центре тяжести; поперечная на шкворне P_y , равная половине центробежной силы кузова; сила от возвышения наружного рельса T , направленная противоположно центробежной; рамные, определяемые усилием, возникающим между гребнем и рельсом при набегании колеса на рельс или при наличии зазора между рельсом и гребнем, силами трения, возникающими в контакте колес с рельсами. Рассматривают обычно не собственные величины P_y , Π и T , а их разности $P_y - T_k = C_k$ и $\Pi - T_t = C_t$. Величину $C = C_k + C_t$ называют непогашенной центробежной силой.

Направление действия сил трения определяется направлением вращения тележки (обратным направлению движения при вращении) и положением центра поворота. Первая ось в кривой всегда набегает, т. е. касается рельса гребнем. Рамная сила направлена при этом внутрь кривой (рис. 17). Разложив силы трения в контактах колес с рельсами на поперечные (вдоль осей колесных пар) и продольные

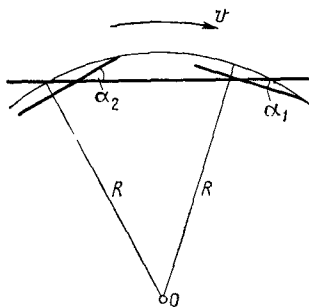


Рис. 15. Схема взаимного положения несочленившихся тележек и кузова при установившемся движении в кривых участках пути

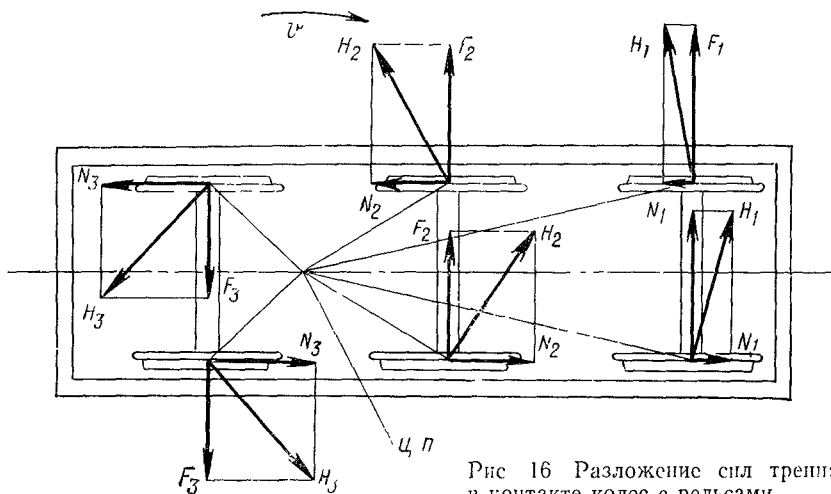


Рис. 16 Разложение сил трения в контакте колес с рельсами

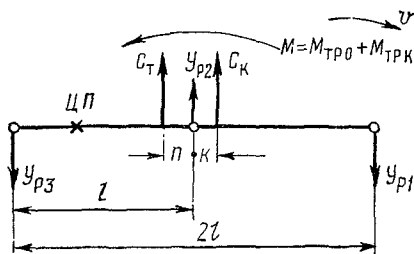


Рис. 17. Схема сил и моментов, действующих на раму тележки при движении в кривых участках пути

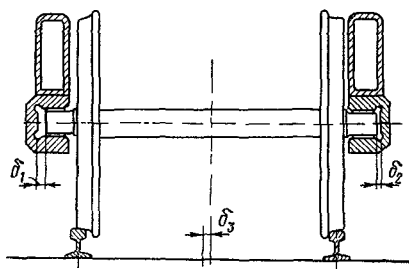


Рис. 18. Схема реализации свободного поперечного разбега оси колесной пары
 δ_1, δ_2 — зазоры по разбегу оси; δ_3 — смещение оси

(параллельно продольной оси тележки) видим (см. рис. 16), что рамные силы на второй и третьей осях равны поперечным силам трения $2H_2$, направленным наружу кривой, и $2H_3$, направленным внутрь кривой. Пары продольных сил N_1, N_2 и N_3 образуют момент $M_{тр.к} = (N_1 + N_2 + N_3) 2s$, действующий на тележку в направлении, противоположном ее вращению. Момент от сил трения в скользянах боковых опор $M_{тр.о}$ также препятствует повороту тележки.

Рассмотрев схему сил и моментов, действующих на раму тележки при движении локомотива в кривой (см. рис. 17), можно прийти к следующему выражению величины рамной силы на первой оси

$$Y_{p1} = \frac{1}{2} \left(C_K \frac{l+k}{l} + C_T \frac{l-n}{l} + Y_{p2} + \frac{M}{l} \right), \quad (2)$$

где $M = \left. \begin{array}{l} M_{тр.о} + M_{тр.к} \end{array} \right\}$ — сумма моментов от сил продольного трения под колесами и сил трения на скользянах опор кузова;
 $2l$ — база тележки;

k и n — расстояния от оси средней колесной пары соответственно сил C_K и C_T .

Как видно из выражения (2), рамная сила находится в прямой зависимости от величины Y_{p2} . Если средняя ось будет иметь свободный разбег, величина которого обеспечит зазор между буксой и рамой тележки (или осью и буксой) при смещении оси относительно рамы (буксы) до соприкосновения одного из гребней колес с рельсом (рис. 18), то она не будет передавать усилий на раму. При этом $2F_2 = Y_{p2} = 0$ и Y_{p1} принимает минимальное значение¹.

В конструкции электровозов ЧС4 и ЧС4^т задачу разгрузки первой набегавшей оси выполняет упругое межтележечное сочленение. При движении электровоза по кривой тележки занимают определенное положение по отношению к кузову (рис. 19): первая по ходу тележка

¹ Приведенная зависимость отражает качественную сторону явления. В действительности при $Y_{p2} = 0$ появится новая для данной скорости установка тележки в кривой (новый центр поворота) и эффект разгрузки первой оси будет несколько меньшим.

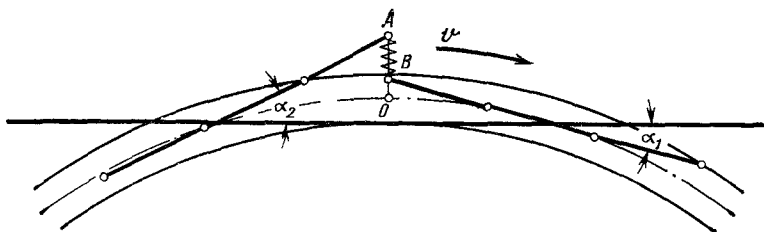


Рис. 19. Схема взаимного положения сочлененных тележек и кузова при установившемся движении в кривых участках пути

повернута так, что ее продольная ось составляет с продольной осью кузова некоторый угол α_1 , вторая — α_2 . В связи с тем, что α_2 всегда больше α_1 и, следовательно, $\overline{AO}$ больше $\overline{BO}$, точки A и B, принадлежащие рамам тележек, упруго связывают. Тогда на раму тележки в горизонтальной плоскости, кроме рассмотренных выше сил, будет действовать дополнительная сила:

$$F = (\overline{AB} - \Delta) pc_c,$$

где $\overline{AB}$ — расстояние между точками A и B;

Δ — свободный зазор в сочленении;

pc_c — жесткость упругой связи в сочленении.

На первой тележке эта сила приложена в точке B и направлена наружу кривой, на второй тележке — в точке A и направлена внутрь.

Рассматривая схему сил (рис. 20), можно прийти к выражению

$$Y_{p1} = \frac{1}{2} \left(C_T \frac{l-n}{l} + C_K \frac{l+k}{l} + Y_{p2} + \frac{M_{тр}}{l} - P \frac{e_c}{e} \right), \quad (3)$$

Из (3) следует, что с увеличением силы в сочленении значение Y_{p1} снижается. Разность углов α_1 и α_2 тем больше, чем меньше радиус кривой. Следовательно, с уменьшением радиуса кривой увеличивается эффективность межтележечного сочленения.

Рамные силы являются результатом взаимодействия локомотива и пути и определяют уровень нагрузок, действующих на раму тележки в горизонтальной плоскости. Оценкой воздействия на путь является боковое давление от колеса на рельс, равное сумме рамной силы и поперечной силы трения под колесом, катящимся по внутреннему рельсу. Боковое давление в сочетании с вертикальными силами определяет нагруженность верхнего строения пути и в зависимости от конструкции последнего допустимые скорости движения.

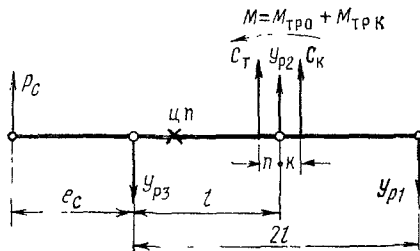


Рис. 20 Схема сил и моментов, действующих на раму сочлененной тележки при движении в кривых участках пути

Электровозы ЧС4 и ЧС4^т ни в кривых, ни в прямых участках пути не имеют ограничений по конструкции экипажа, т. е. допустимая скорость их движения на конкретном участке пути определяется только типом и состоянием последнего. Эта скорость в каждом отдельном случае устанавливается приказом начальника дороги в соответствии с таблицей допускаемых скоростей.

§ 4. КУЗОВ

Кузов является местом размещения основного оборудования и постов машиниста. Он должен:

надежно защищать оборудование от воздействия атмосферной среды; обладать достаточной прочностью, а именно иметь необходимые запасы прочности по усталости и при продольной ударной и статической нагрузках 250 тс. Величина последней характеризует силы от продольной динамики, возникающие в грузовом поезде. В тех случаях, когда локомотив следует в составе этого поезда в холодном состоянии, он подвержен их действию;

иметь необходимую жесткость, обеспечивающую частоту собственных колебаний (как балки на упругих опорах), которая должна значительно отличаться от частот, характеризующих локомотив как колебательную систему. Это условие предупреждает появление в системе внутренних резонансов;

иметь планировку, предусматривающую свободный доступ к оборудованию и беспрепятственное сообщение между кабинами машиниста; обеспечивать замену оборудования без демонтажа кузова.

Все нагрузки, действующие на кузов электровозов ЧС4 и ЧС4^т, воспринимаются в основном их главными рамами, имеющими практически одинаковое конструктивное исполнение. Главная рама кузова (рис. 21) состоит из двух боковин 4, шкворневых 9 и буферных 2

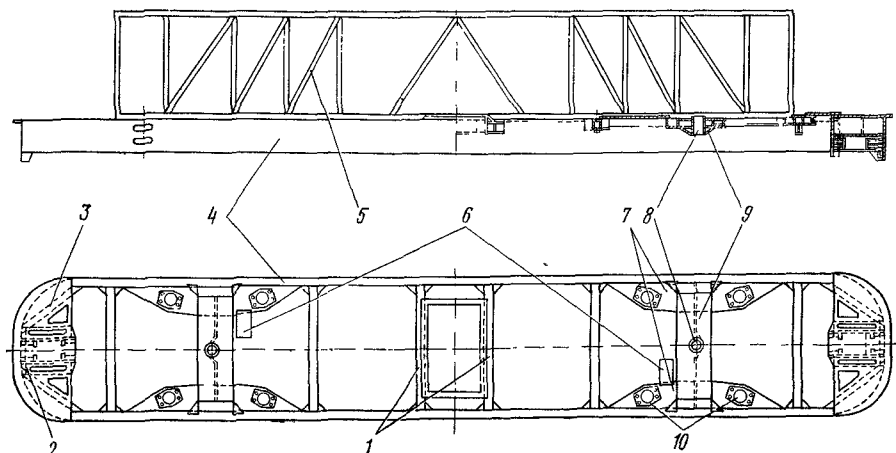


Рис. 21. Главная рама кузова электровоза ЧС4 с фермой

брусев и ряда поперечных балок, выполняющих роль связей, которые увеличивают поперечную жесткость рамы, а также служат каркасом, на котором крепится оборудование.

Боковины 4 рамы представляют собой полые балки коробчатого сечения. Каждая выполнена из двух штамповок швеллерной формы, сваренных между собой. Внутри боковины на расстоянии 335 мм от ее нижней полки вварены горизонтальные ребра жесткости, имеющие толщину 8 мм. Назначение ребер — повышение устойчивости балок при действии на них продольных сжимающих усилий.

В буферных брусках 2 размещены фрикционные аппараты автосцепок. Силы, возникающие на автосцепках, через буферные бруска передаются боковинам. Передача сил осуществляется с помощью двух горизонтальных раскосных балок 3, соединяющих вертикальную тыльную стенку буферного бруса с внутренними вертикальными стенками боковин.

Для установки тягового трансформатора в средней части рамы служат две поперечные балки 1 коробчатого сечения, соединенные сваркой с боковинами рамы кузова.

Шкворневая балка 9 сварена из листовой стали и состоит из поперечины и четырех раскосов 7, жестко соединенных сваркой с боковинами рамы. Поперечина (балка, перпендикулярная продольной оси кузова) имеет гнездо 8, в котором жестко крепится шкворень. В теле раскосов установлены направляющие втулки боковых опор 10 кузова. На электровозе ЧС4^т в связи с изменением конструкции боковых опор вместо раскосов применены продольные балки-плечи (рис. 22).

Главные рамы кузова электровозов ЧС4 и ЧС4^т в горизонтальной плоскости, в проемах между продольными и поперечными балками, закрыты стальными листами, изолирующими внутреннее пространство кузова от внешней среды. Люки 6 обеспечивают доступ ко второму и пятому тяговым двигателям. Верхняя рамная надстройка кузова электровоза ЧС4 состоит из двух плоских раскосных ферм 5, расположенных вертикально. Фермы жестко соединены с верхними полками боковин и являются несущими элементами кузова, увеличивая его жесткость в вертикальном направлении. Продольные, вертикальные и наклонные элементы фермы изготовлены из полых прямоугольных профилей с толщиной стенок 3 — 8 мм. Верхняя (крышечная) обвязка кузова очень легкая и несет нагрузку только от крышечного оборудования.

Крыша кузова электровозов ЧС4 и ЧС4^т представляет собой отдельные съемные элементы, герметически соединенные с обвязкой и обеспечивающие замену оборудования без демонтажа кузова.

Натурные испытания кузова показали, что главная рама кузова электровоза отвечает требованиям прочности, т. е. она имеет более

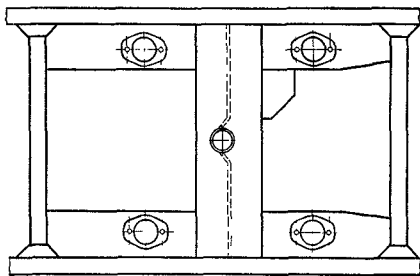


Рис. 22 Узел шкворневой балки и размещение боковых опор на электровозе ЧС4^т

чем двукратный запас прочности по усталости во всех узлах и деталях и при сжимающих и растягивающих усилиях, а также ударных продольных нагрузках до 250 тс включительно не имеет точек, в которых напряжения превышали бы предел текучести материала (сталь 10523 ЧСН — Чехословацкая норма).

Кузов электровоза ЧС4^г обшит стальными листами, жестко соединенными сваркой с главной рамой и фермой.

Отличительной особенностью кузова электровоза ЧС4 является то, что его стены и кабины выполнены из стеклопластика (ламината). Этот материал из-за своих механических свойств не может применяться в несущих конструкциях, т. е. не может нести значительные нагрузки. Кроме того, металл и стеклопластик, имея разные коэффициенты линейного и объемного расширения, не могут соединяться между собой жестко. В противном случае, при колебаниях температуры окружающей среды в местах соединений будут появляться большие перенапряжения и узел соединения быстро выйдет из строя. Поэтому элементы конструкции, выполненные из стеклопластика 2 (рис. 23), соединяются с металлическими 1 с помощью резиновых компенсаторов 3 и уплотнителей 4. Таким образом, стеклопластиковые элементы испытывают нагрузку только от давления ветра и служат в основном оболочкой, изолирующей оборудование, размещенное в кузове, от окружающей среды. Малый коэффициент теплопроводности, которым обладает стеклопластик, способствует поддержанию внутри кузова необходимой температуры. Стеклопластиковая оболочка легче стальной, не получает вмятин от воздействия случайных механических нагрузок, не подвержена коррозии. Однако в тяжелых условиях работы подвижного состава железных дорог могут появиться непредвиденные обстоятельства, в результате которых произойдет повреждение обшивки кузова. В тех случаях, когда эти повреждения носят локальный характер, в условиях депо нетрудно произвести ремонт. Последний сводится к заделке отверстий (повреждений) с помощью кусков стеклопластика (или жгута из стекловолокна) и полиэфирной смолы.

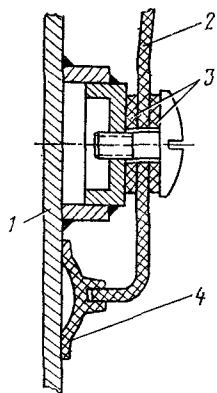


Рис 23 Соединение стеклопластиковых элементов с металлическими

Для производства ремонта необходимы следующие материалы:

ненасыщенная полиэфирная смола СН-104 (заменитель ПН-1);

катализатор — перекись метилэтилкетона;

ускоритель — нафтанат кобальта;

обезжиривающее вещество — технический бензин, трихлорэтилен, тетрахлорэтилен;

сепаратор (разделительный слой) — целлофан, поливиниловый спирт, паста для линолеума;

стеклоткань марки Uplast № 15, 35, 50, 60

(число обозначает вес 1 м² стеклоткани. Например, 1 м² стеклоткани Uplast № 50 весит 500 гс). Заменитель — стеклоткань марки АСТТ (б) С-1 и АСТТ (б) С-2

жгут из стекловолокна;

наполнитель для полиэфирной смолы — аэросил (тиксотропная добавка, высокодисперсная окись кремния или белая сажа), мел, каолин;

растворитель — ацетон.

Технология ремонта заключается в следующем. Пробитое отверстие вырезают, сделав его края ровными, опилив их со стороны нанесения заплаты под углом 60° . Разделку рекомендуется производить специальной фрезой с электроприводом. При разделке любым методом необходимо применять местный отсос пылесосом. С другой стороны отверстие закрывают подкладкой (стальным листом или доской) с нанесенным на нее разделительным слоем. Разделительный слой необходим для того, чтобы смола не прилипла к подкладке. Приготавливают его следующим образом: в 12 объемах воды, подогретой до температуры 60°C , разводят 2,5 объема сухого поливинилового спирта с добавлением пасты Suntapon CP или заменяющего ее порошка «Новость» (100 г на 12 л воды). Раствор профильтровывают и после охлаждения при постоянном перемешивании добавляют 10 объемов спирта-денатурата. Разделительный слой наносят на подкладку кистью или губкой. Перед следующей операцией готовят смолу, для чего в необходимое для ремонта количество полиэфирной смолы добавляют приблизительно 10% наполнителя, 1 — 4% катализатора и 0,5 — 1,2% ускорителя.

Необходимо соблюдать порядок в смешивании компонентов, так как при этом они химически взаимодействуют с выделением тепла. Перекисные соединения (катализаторы) при нагревании быстро разлагаются, в результате чего может произойти взрыв. Тот же эффект может получиться при непосредственном смешивании перекисных соединений (катализаторов) с ускорителями. В связи с этим указанные вещества следует вводить в смолу отдельно при тщательном перемешивании основной массы.

После подготовки смолы заполняют ею и стекловолокном отверстия. Работу лучше всего производить при температуре воздуха $18 - 20^\circ\text{C}$. При более низкой температуре в состав полиэфирной смолы необходимо ввести максимальное количество (из указанного выше) катализатора и ускорителя. После отвердения смолы неровности и выступающие края пропитанного стекловолокна срезают, подкладку, покрытую разделительным слоем, снимают и поверхность детали зачищают наждачным полотном. Случайные поры затирают смолой или шпаклевкой. После окончания этих работ производят окраску.

§ 5. ОПОРЫ КУЗОВА

Масса кузова делится поровну между тележками и передается на каждую в четырех точках через упругие опоры. Выполняя одни и те же функции опоры кузова электровозов ЧС4 и ЧС4^Г конструктивно выполнены по-разному. На электровозе ЧС4 (рис. 24) в месте установки опоры в раскосную балку рамы кузова вварено литое гнездо 8, расточенное внутри под цилиндр. В него запрессована направляющая

втулка 7, вдоль которой может скользить стакан 11. Дно стакана служит опорой для комплекта внутренней 5 и наружной 6 пружин. Сверху на пружины уложена опорная чашка 13 с прокладкой 12, которую болтами 10 жестко крепят к раме кузова, т. е. в сборе она составляет с рамой единое целое. В центре крышки имеется отверстие, в которое запрессована и зафиксирована штифтом 14 втулка 18. Втулка имеет трапецевидальную упорную резьбу для регулировочного болта 15. Болт своим концом через сухарь 20 упирается в опорную чашку.

Таким образом, нагрузка от кузова через крышку, регулировочный болт и комплект пружин передается на стакан. Стакан в свою очередь через вкладыш 1 передает ее на скользящий 2, являющийся деталью рамы тележки. Регулировочный болт дает возможность менять величину статической нагрузки, передаваемой опорой от кузова на раму тележки. От самовывинчивания болт стопорят контргайкой 16. Кроме того, после регулировки дополнительно ставят специальное стопорное устройство.

При вертикальных перемещениях кузова относительно рамы тележки стакан скользит вдоль образующих направляющей втулки. Угловые вертикальные перемещения кузов-тележка компенсируются в месте опоры стакана на вкладыш, для чего контакт между этими деталями осуществлен по сферической поверхности.

Площади контактов деталей, имеющих взаимные перемещения, обеспечивают смазкой. Между стаканом и направляющей втулкой смазка попадает через канал 9 и кольцевой зазор 22. Кроме того, смазка попадает сюда и при стекании по стенкам крышки, при заливке ее (через каждые 20 тыс. км пробега) под пробку 17. На поверхность сферы

вкладыша смазка попадает через каналы 21 и 24 в опорной чашке и днище стакана.

Регулировка опор электроваза ЧС4^т (рис. 25) производится натяжными болтами 1, с помощью которых направляющая опоры 2 может перемещаться относительно гнезда, вваренного в балку плечо. Головка натяжного болта, ввернутого в тело гнезда, находится под действием упругих сил пружин. На головку болта в статике приходится сила, равная половине нагрузки на опору. Поскольку динамические силы всегда меньше статической нагрузки, головки болтов никогда не разгружаются до нуля, т. е. перемещение направляющей опоры вдоль оси болта

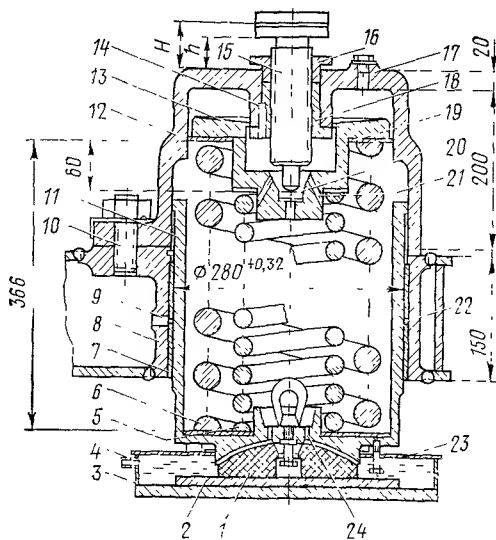


Рис. 24. Боковая опора кузова электроваза ЧС4

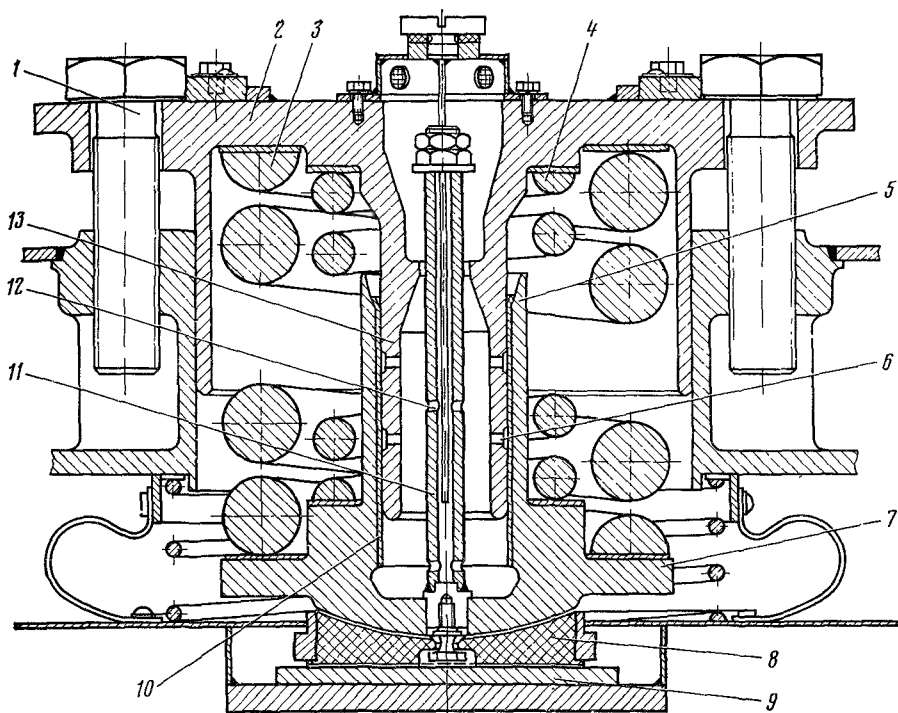


Рис. 25. Боковая опора кузова электровоза ЧС4Г

невозможно. Таким образом, направляющая опоры 2 с натяжными болтами 1 в опорах электровоза ЧС4Г выполняет те же функции, что и опорная чашка 13 (см. рис. 24) с регулировочным болтом 15 в опорах электровоза ЧС4, при этом нагрузка от кузова на тележку передается (см. рис. 25) последовательно через натяжные болты 1, направляющую опоры, комплект пружин 3 и 4, собственно опору 7 и вкладыш 8, опирающийся на скользян 9 тележки.

При вертикальных относительных перемещениях тележка-кузов цилиндрическая часть направляющей опоры 13 скользит вдоль стакана опоры 5, внутрь которого вставлена сменная втулка 10. К поверхности трения через каналы 6 подается смазка. Смазка заливается через трубку 11, из которой через отверстия 12 попадает в полость направляющей опоры. Внутри трубки имеется щуп-указатель уровня масла. В отличие от электровозов ЧС4 на электровозах ЧС4Г выпукло-сферическую поверхность имеет не вкладыш, а опора, что способствует удержанию смазки в зоне их контактирования и самоустановки опоры при боковой качке и галопировании тележки. Скользяны в обеих конструкциях выполняют одни и те же функции.

При горизонтальных перемещениях кузова относительно тележки вкладыш движется по скользяну. Развивающиеся при этом силы

трения демпфируют горизонтальные колебания локомотива. Пара скольжения помещена в масляную ванну 3 (см. рис. 24), закрепленную на боковине рамы тележки. Ванну заполняют маслом через патрубок 4, закрываемый после этого заглушкой. Сверху ванна закрыта щитком 23, что предупреждает попадание в нее и влаги. Присутствие влаги в масляной ванне может сильно сказаться на качестве работы пары скольжения. Обладая большим, чем у масла удельным весом, вода скапливается на дне ванны и может отделить слой масла от поверхности скольжения. При этом коэффициент трения в паре резко меняется. Кроме того, в зимнее время (при минусовой температуре) вода может замерзнуть и лишить опору свободы перемещений в горизонтальной плоскости.

Поэтому необходимо периодически проверять состояние смазки, беря пробы из ванны через сливной патрубок. При замене или доливе масла не следует превышать установленный для него уровень в ванне. В противном случае при движении локомотива оно будет выплескиваться (выдавливаться из-под щитка) и, стекая по боковине рамы тележки, может попасть на резину сайлентблоков поводковой группы, чем в значительной степени может снизить ее долговечность. Для установления нормального уровня после доливки открывают заглушку верхнего патрубка ванны, предварительно подставив под него емкость для масла. После того как масло перестанет стекать из патрубка, заглушку ставят на место.

Горизонтальные перемещения в скользунах ограничиваются зазорами между боковинами рамы тележки и упругими резиновыми упорами, установленными на внутренних вертикальных станках боковин рамы кузова. Ограничение упругих вертикальных перемещений в опоре определяется зазорами между вертикальными упорами, установленными на рамах кузова и тележек. Они не служат предохранительными упорами на случай просадки кузова при изломе пружин боковой опоры. Характеристики пружин, входящих в комплекты боковых опор, следующие:

Пружина	Наружная	Внутренняя
Наружный диаметр, мм	250	135
Диаметр прутка, мм	50	26
Число рабочих витков	155	42
Жесткость, кгс/мм	5	8
Высота в свободном состоянии, мм	400	340
Допуск по высоте, мм	± 10	$+8$
Контрольная нагрузка, кгс	6500	1750
Высота под контрольной нагрузкой, мм:		
для группы I	356,5—358	296,5—298
» » II	358—359,5	298—299,5

Как видно из табл. 1, высота внутренней пружины боковой опоры электровоза ЧС4 (по номиналу) на 60 мм меньше, чем наружной. Разность уровней опорных площадок под пружины на опорной чашке также 60 мм. Таким образом, пружины начинают воспринимать нагрузку одновременно, а следовательно, статический и динамический прогибы на боковой опоре определяются суммарной жесткостью комплекта пружин, которая равна 197 кгс/мм.

Для упрочнения пружин прутки шлифуют. Торцы замыкающих витков также подвергаются шлифовке, чем достигают их параллельность и ликвидируют зазор по периметру прилегания (допуск на последний составляет 0,3 мм на длине 40 мм). Марка стали пружин 14260 по ЧСН соответствует стали 60С2 по ГОСТ 2052—53. После изготовления пружины окрашивают.

Для сохранения развески электровозов (см. § 13) при замене пружин целесообразно подбирать новые так, чтобы они совпадали по характеристикам с заменяемыми. Более удобным показателем является высота пружины под контрольной нагрузкой. Она позволяет учитывать сразу и разброс по высоте в свободном состоянии, и разброс по упругой характеристике (жесткости). Пружины по этому признаку разбиты на I и II группы.

Группу и действительную высоту пружины под контрольной нагрузкой выбивают на ее торцевой опорной поверхности.

Замена пружины требует демонтажа опоры. Для этого в первую очередь ее необходимо разгрузить, в связи с чем применяют следующую технологическую операцию. Электровоз ставят на локомотивные домкраты. Перед подъемкой кузова пружины I-й ступени подвешивания заклинивают (см. § 9) с тем, чтобы при разгрузке опора рамы тележки не перемещалась вверх. Кузов электровоза приподнимают на 60—65 мм, что можно сделать без разборки элементов, соединяющих его с тележкой (ручной тормоз, кабели тяговых двигателей и т. д.). При этом пружины опоры распускаются. После того, как опора будет разгружена, крепежные болты 10 (см. рис. 24) или натяжные болты 1 (см. рис. 25) вывертывают и крышку с регулировочным болтом или направляющую опоры снимают. Затем извлекают пружины, предварительно сняв на опоре электровоза ЧС4 опорную чашку и проставочные кольца 19. Стакан этой опоры тоже может быть извлечен в кузов, для чего его захватывают крючком за рым-болт, ввернутый в днище. Для смены вкладыша достаточно отвернуть поддерживающий болт, который служит только для того, чтобы при подъеме кузова вкладыш перемещался вместе со стаканом опоры. Сборку опоры производят в обратном порядке.

Если новые пружины по характеристике соответствуют замененным (высоты под контрольной нагрузкой или, в крайнем случае, группа совпадают), то после установки крышки опоры с зафиксированным в ней регулировочным болтом никакой дополнительной регулировки не требуется. В этом случае, если такие пружины подобрать не удается, необходимо произвести регулировку опоры, обеспечив этим передачу той же нагрузки, которая была установлена при заводской развеске (см. § 13).

§ 6. РАМА ТЕЛЕЖКИ

Рама тележки является элементом, замыкающим на себя все силы, возникающие в локомотиве. При оценке прочности рамы тележки приходится учитывать напряжения, возникающие от статических нагрузок весом кузова, тяговых двигателей, тормозного оборудования, размещенного на ней; от сил тяги; от динамических сил, являющихся результатом колебаний локомотива в вертикальной плоскости; от сил, передаваемых осями колесных пар в горизонтальной плоскости при извилистом движении в прямых участках пути и при вписывании в кривые; от сил, возникающих в возвращающем устройстве, междетеlechном соединении и т. д.

Требование безремонтной службы рамы тележки в течение 25 лет накладывает условие создания конструкции, обладающей необходимым запасом прочности, т. е. напряжения в ней не должны превышать определенной допустимой величины. При наличии довольно высокого уровня сил, действующих на раму тележки, допустимый уровень напряжений может быть достигнут только за счет подбора соответствующих моментов сопротивления составляющих ее элементов. С другой стороны, конструкция должна быть по возможности легкой. Последнее вытекает как из экономических соображений, так и из условия соблюдения общей весовой нормы локомотива (нагрузки на ось). Необходимость создания легкой и прочной конструкции побудила проектировщиков отказаться от брусковых рам и перейти к сварным рамам, составленным из полых балок коробчатого сечения. Этот принцип и положен в основу конструкции рамы тележки электровозов ЧС4 и ЧС4^т.

Составляющими элементами рамы (рис. 26) являются боковины 1, шкворневой брус 12, поперечный брус 10, передняя 14 и задняя 4 концевые балки. Боковины рамы штампованно-сварные, верхняя часть

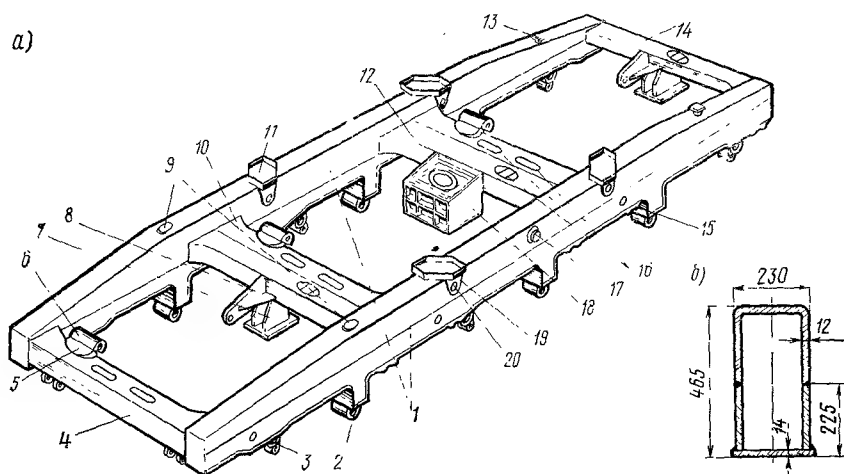


Рис 26. Рама тележки (а) и сечение боковины (б)

коробки боковины представляет собой штамповку корытообразной формы, изготовленную из стального листа толщиной 12 мм. Нижняя часть коробки сварена из трех листов: горизонтального толщиной 14 мм и двух вертикальных толщиной 12 мм. Нижний пояс рамы фасонный; вырезы в вертикальных листах и изгибы горизонтального образуют надбуксовые выемки и большие кронштейны 2 крепления буксовых поводков. Нижний горизонтальный лист разрезной, состоит из шести частей. Малые кронштейны 3 буксовых поводков представляют собой отливку, ввариваемую в разрыве между смежными частями горизонтального листа. В местах расположения витых пружин буксового рессорного подвешивания горизонтальный лист имеет уширения 15 для крепления опор. В надбуксовых выемках над центрами осей колесных пар к нижнему горизонтальному листу приварены ограничители перемещений буксы относительно рамы тележки (поз. 9, см. рис. 38). Они же являются базой для контроля зазоров между буксой и рамой тележки под статической нагрузкой от веса поддресоренных частей электровоза.

На верхней части коробки боковины закреплены плиты 11 (см. рис. 26) опор пружин 2-й ступени подвешивания. Плиты опор свободно уложены на верхнюю горизонтальную плоскость боковины. К плитам приварены охватывающие боковину косынки 19, которые в свою очередь приварены к вертикальным стенкам по периметру отверстий 20 в косынках. Такое конструктивное выполнение даст возможность исключить концентратор напряжений, коим является сварка, из области сильно напряженной горизонтальной плоскости. На верхней горизонтальной плоскости установлены внутренние 9 и внешние 13 ограничители вертикальных перемещений рамы тележки относительно главной рамы кузова. Они же служат базой для контроля зазора между этими элементами в статике. В вертикальные стенки боковин вварены кронштейны крепления тормозной рычажной передачи 6. Труба, приваренная к кронштейну и пропущенная через обе вертикальные стенки, связывает их между собой и обеспечивает работу боковины полным сечением.

Ту же роль играют решетки «ребер жесткости», устанавливаемые внутри боковин и связывающие их внутренние и внешние вертикальные стенки в районе приварки шкворневого бруса. Ребра, расположенные под опорами кузова, предупреждают возможность потери устойчивости сечением, т. е. возможность потери формы сечения под действием вертикальной нагрузки.

Ограничители 17 горизонтальных перемещений рамы тележки относительно главной рамы кузова установлены на внешних вертикальных стенках боковины. Торцы боковины закрыты вертикальными листами.

Шкворневой брус 12 расположен между первой, второй или пятой и шестой осями. Он является связью между боковинами, местом размещения шкворневого гнезда с возвращающим устройством, а также местом крепления первого и второго тяговых двигателей и корпуса редуктора привода первой оси. По конструкции брус также представляет собой полую балку коробчатого сечения, сваренную из двух фасонных

штампованных элементов. Литая коробка 18 шкворневого узла вварена в среднюю часть балки. Опоры 16 тяговых двигателей и плита 5 крепления редуктора также литые и соединены с балками сваркой. Шкворневую балку приваривают к боковинам на расстоянии 105 мм от верхней и на 140 мм от нижней горизонтальной плоскости. Такое соединение шкворневой балки с боковинами преследует цель смещения концентратора напряжений, которым является место соединения, в зону малых напряжений, возникающих при вертикальном изгибе боковин. Указанная схема соединения с боковинами характерна для всех поперечных балок рамы тележки электровоза ЧС4. К поперечной и -передней концевой балкам приварены кронштейны крепления тормозных цилиндров 7 и рычажной тормозной системы 8.

Рама тележки изготовлена из стали 52 D (по нормалам ЧССР). Характеристика этой стали приведена в табл. 1. Здесь же даны характеристики стали Ст. 3Б, применяемой в отечественном локомотивостроении.

Как видно из табл. 1 механические характеристики стали 52 D выше, чем у стали Ст. 3Б. Однако сталь 52 D более чувствительна к концентраторам напряжений. Поэтому все сварные швы, находящиеся в наиболее напряженных местах, перешлифованы. Рамы после изготовления проходят термообработку в печах для частичного снятия и перераспределения остаточных внутренних напряжений. Сварочные работы после термообработки на раме тележки не допускаются. Это особенно важно помнить при производстве различного вида работ в депо. Одновременно следует рекомендовать по возможности исключить применение рубящего инструмента при работе на тележках во избежание случайного повреждения рамы. Надсечки, поджоги сваркой и другие механические повреждения рамы тележки могут привести впоследствии к образованию усталостных трещин. Чтобы не допустить понижения предела усталости конструкции от коррозии, окрашивают не только наружную, но и внутреннюю поверхности элементов рамы. Рама герметизирована.

Технология изготовления рамы тележки предусматривает жесткий контроль за качеством изготовления. Наиболее ответственные сварные соединения дефектоскопируют (за исключением тех мест, где из-за сложности конструкции это сделать практически невозможно).

При изготовлении тележек не исключена возможность, что в большой партии рам на некоторых будет встречаться технологический

Таблица 1

Марка стали	Предел пропорциональности σ_m , кгс/мм ²	Временное сопротивление σ_v , кгс/мм ²	Предел прочности по усталости (на изгиб) $\sigma_{-1изг}$ кгс/мм ²	Предел прочности по усталости (растяжение, сжатие) σ_{-1p} кгс/мм ²
52D Ст. 3Б	21,0 19,5	50—55 38—47	30 25	18,0 14,0

§ 7. ШКВОРНЕВОЙ УЗЕЛ

В шкворневую балку кузова 8 сварено гнездо шкворня 9, представляющее собой отливку. Внутренняя часть отливки обработана под посадку шкворня. На электровозах ЧС4^Т (рис. 28) шкворень 1 запрессован в гнездо 2 по двум цилиндрическим поверхностям. На электровозах ЧС4 (см. рис. 27) запрессовка шкворня 13 осуществлена по конусу 1:15. В том и другом случае через опорную шайбу 10 осуществляется дополнительная затяжка шкворня гайкой 11. Гайка стопорится планкой 12. Связь шкворня с рамой тележки осуществляется через шкворневую коробку 6. Она представляет собой отлитую из стали деталь, на внутренних сторонах вертикальных стенок которой крепятся направляющие. Вдоль этих направляющих в поперечном по отношению к тележке направлении может перемещаться скользя 15. Скользя состоит из двух частей, верхней и нижней, соединенных

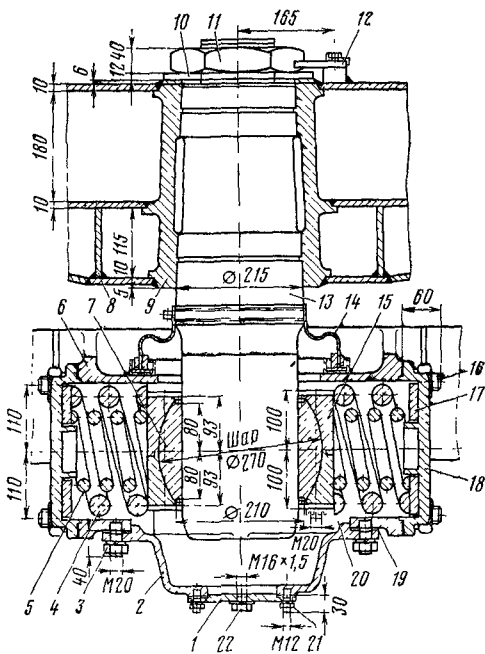


Рис. 27. Шкворневой узел

между собой шпильками 20. Разъемность деталей скользуна позволяет замонтировать в нем шаровой подшипник 7. Сквозное отверстие в подшипнике является посадочным местом для цилиндрической части шкворня. Шаровой подшипник обеспечивает свободные угловые перемещения кузова относительно тележек (или наоборот), возникающие при колебаниях локомотива, в продольной и поперечной вертикальных плоскостях.

Перемещению скользуна в поперечном направлении (вдоль направляющих) противодействует упругая сила пружинных комплектов. Каждый комплект состоит из двух витых пружин: наружной 4 и внутренней 5. Характеристики пружин следующие:

Пружины	Наружные	Внутренние
Диаметр прутка, мм	35	22
Наружный диаметр пружины, мм	215	134
Высота в свободном состоянии, мм	145	145
Число рабочих витков	2	3

Пружины установлены в горизонтальном положении и размещены в свободном пространстве шкворневой коробки между скользуном и упорными прокладками 17. Установку и объем комплектов пружин производят через отверстия в шкворневой коробке, закрываемые крышками 18. Крышки крепят шпильками 16, ввернутыми в тело коробки. Наблюдение за состоянием пружин шкворневого возвращающего устройства в процессе эксплуатации локомотива практически невозможно. Поэтому, несмотря на невысокий уровень напряжений, возникающий в пружинах при их работе ($\tau_{\max} = 5900 \text{ кгс/см}^2$), технологии изготовления и особенно операциям, повышающим прочность указанных деталей, уделяют особое внимание. К упрочняющим технологическим операциям относится шлифовка прутка пружины и дробеструйная обработка его с целью получения поверхностного наклепа. После изготовления пружины покрывают маслястой краской. Материал пружин соответствует стали 60С2.

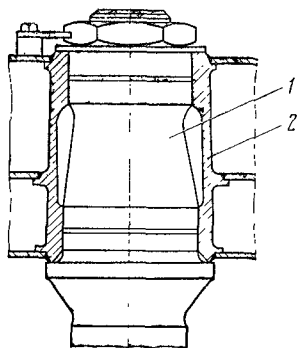


Рис. 28. Посадка шкворня на электровозе ЧС4^г

Весь возвращающий аппарат погружен в масляную ванну, которую образует шкворневая коробка, закрытая снизу поддоном 2. Крепление поддона осуществлено с помощью болтов 3. Между корпусом коробки и поддоном установлена уплотняющая прокладка 19, предупреждающая просачивание масла. В поддоне имеется смотровой люк, закрытый крышкой 1, которая удерживается болтами 21. Между крышкой и поддоном также имеется уплотняющая

прокладка. Масло из масляной ванны сливают через отверстие в крышке люка, для чего необходимо вывернуть болт-пробку 22.

Гибкий кожаный чехол 15, закрывающий масляную ванну сверху, защищает ее от пыли и влаги. Таким образом, шкворень может совершать свободные вертикальные перемещения относительно шарового подшипника, свободные угловые перемещения вместе с шаровым подшипником относительно скользуна и упругие поперечные перемещения вместе со скользуном относительно центра шкворневой коробки.

Характеристика упругой поперечной связи кузова с тележками имеет большое влияние на качество горизонтального хода локомотива, особенно при движении в прямых участках пути, и поэтому не может выбираться произвольно. Желательно иметь как можно меньше начальную жесткость упругого соединения, однако она должна быть достаточной для возвращения кузова в соосное с тележками положение.

Для ограничения перемещений и исключения жестких ударов кузова о тележку при исчерпании зазоров с некоторого момента жесткость упругой системы должна резко возрастать. На электроваззах ЧС4 этим требованиям соответствуют следующие конструктивные решения. Жесткость комплекта пружин составляет около 190 кгс/мм. Пружины предварительно сжаты усилием 1500 кгс*. В результате перемещению на первых 8 мм соответствует жесткость, равная удвоенной жесткости комплекта пружин (рис. 29), что способствует возвращению кузова в соосное с тележками положение. В интервале перемещений 8—20 мм нарастание возвращающей силы определяется жесткостью одного комплекта пружин. При перемещениях более 20 мм зазор между рамой тележки и рамой кузова исчерпывается, а в параллель с жесткостью комплекта пружин включается жесткость резинового упора, установленного на боковые рамы кузова. Упругая характеристика резины нелинейна. Суммарная жесткость упругой системы (средняя жесткость) в диапазоне перемещений 28—30 мм равна 315 кгс/мм.

Дальнейшее смещение (более 30 мм) кузова относительно тележки в горизонтальной плоскости в районе шкворня ограничено величиной зазора между скользуном и корпусом шкворневой коробки (см. рис. 27). Как следует из экспериментальных данных, этот зазор на всем диапа-

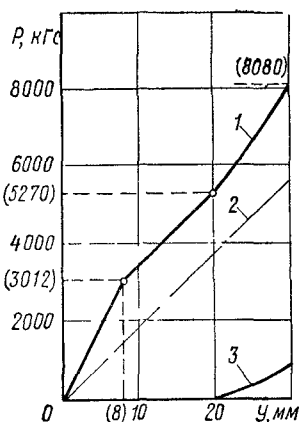


Рис. 29. Кривые изменения действительной жесткости возвращающего устройства (1), комплекта пружин (2) и резинового упора ограничителя горизонтальных перемещений (3)

* Предварительное сжатие не следует путать с преднатягом, при котором перемещение начинается не от нуля, а после приложения силы, большей величины преднатяга.

зоне скоростей в прямых участках пути практически никогда не исчерпывается. Относ кузова под действием допустимого непогашенного ускорения в кривых участках пути, определяемый расчетом, также меньше 30 мм. Исчерпание зазора может произойти только при движении электровоза с максимально допустимой скоростью в кривых малого радиуса, если в плане кривая будет иметь значительные по величине случайные неровности.

Изменение в процессе эксплуатации начальных упругих качеств одной из пружин возвращающего устройства или излом ее приведет к несоосному положению кузова и тележек. Учитывая влияние сочленения тележки, стремящегося удержать их внутренние торцы в постоянном соосном положении, неуравновешенная сила в возвращающем устройстве заставит тележку принять положение перекаса по отношению к кузову и плану пути в прямом участке, т. е. продольные оси тележек не будут совпадать и не будут параллельны продольной оси кузова и оси пути. На динамике локомотива это обстоятельство скажется в том, что у него появится повышенная склонность к извилистому движению. В связи с изменением зазоров между кузовом и тележкой и характеристики возвращающего устройства это движение может сопровождаться жесткими толчками в поперечном направлении. При длительной эксплуатации с указанным дефектом возвращающего аппарата на бандажах колес (как правило, на крайних) может появиться односторонний подрез гребней.

Указанные изменения в динамике локомотива отрицательно влияют на работоспособность ряда узлов и деталей его экипажной части. Кроме того, в связи с ростом горизонтальных сил в контакте колес с рельсами снижается и критерий безопасности движения. Поэтому установленный дефект должен быть немедленно устранен.

Обнаружить отклонения в нормальной работе возвращающего аппарата можно замером горизонтальных зазоров между рамой кузова и рамой тележки, для чего локомотив устанавливают в прямом участке пути. Для удобства контроля этих зазоров на боковинах рамы кузова в районе шкворней установлены специальные кронштейны. Если разница в зазорах с левой и правой стороны тележки окажется больше 5 мм, следует прокатить локомотив (желательно при этом иметь на пути движения стрелочные переводы), чтобы убедиться в том, что зафиксированное взаимное положение кузова и тележек не было случайным. В случае подтверждения ранее полученных результатов при повторном замере зазоров узел шкворневого возвращающего устройства следует демонтировать. Несмотря на несколько большую затрату времени, демонтаж рекомендуется производить не под кузовом, а на включенной тележке. Это дает возможность после замены деталей точнее произвести регулировку пружин.

Перед демонтажем из шкворневой коробки сливают масло. Затем открывают смотровой люк или снимают поддон и проверяют положение скользуна. При съеме торцовых крышек крепежные гайки 16 (см. рис. 27) отворачивают постепенно, не допуская перекасов и заеданий крышек на шпильках. Извлеченные из шкворневой коробки пружины переносят на пресс и испытывают под контрольной нагрузкой.

Комплект пружин под нагрузкой 1500 кгс должен прогибаться на 8 мм. Одиночная внутренняя пружина тот же прогиб должна иметь под нагрузкой 456 кгс, наружная — 1050 кгс.

Пружины имеют допуск $\pm 10\%$ на отклонение от номинальной высоты под контрольной нагрузкой. Сломанную или отбракованную во время испытаний пружину заменяют новой, после чего производят регулировку упругой системы возвращающего аппарата. При регулировке, т. е. при установке необходимых нажатий от комплектов пружин на скользуны, находящийся в среднем положении (на продольной оси тележки), разрешается в случае необходимости варьировать толщинами опорных колец 17.

После сборки узла смотровой люк до подкатки тележек под кузов оставляют открытым. При опускании кузова через него следят за совмещением шкворня с отверстием в шаровом подшипнике. Опустив кузов на тележки, люк закрывают, в шкворневую коробку заливают масло и устанавливают на место кожаный защитный чехол. Завершающими операциями являются прокатка локомотива и контрольный замер горизонтальных зазоров между рамой кузова и рамами тележек.

§ 8. КОЛЕСНАЯ ПАРА

Колесный скат (шесть колесных пар) электровозов ЧС4 и ЧС4^т сформирован по единым правилам, соответствующим инструкции по формированию колесных пар. Средние колесные пары (II и V) тележек, не имеющие свободного поперечного разбега по подшипникам, имеют подрезанный (утоенный) гребень бандажа. В остальном колесные пары не отличаются друг от друга и каждая состоит (рис. 30) из оси 1, спицевых колесных центров 5, бандажей 4 с фиксирующими кольцами 6, втулки зубчатого колеса 2 и большого зубчатого колеса 3.

Ось кованая и обработанная до соответствующих размеров под посадку буксовых подшипников и запрессовку колесных центров. Переходы между различными диаметрами оси выполнены плавно для устранения концентрации напряжений. С целью повышения усталостной прочности произведена накатка поверхности оси роликом. Концы оси подготовлены для установки букс, а также крепления деталей заземлителей, привода скоростемера и регулятора воздушного тормоза.

Колесный центр отлит из стали и имеет 12 спиц. Припуски на натяг при запрессовке колесного центра: по оси 1,33 — 1,37 мм, по колесному центру 0,046 мм на диаметр. Для облегчения демонтажа при переконформировании колесной пары колесные центры снабжены каналами 7 под масло. Бандаж надет на колесный центр в горячем состоянии. Для осуществления натяга между колесным центром и бандажом при их механической обработке даются допуски: по колесному центру +0,15 мм; по бандажу от —1,3 до 1,45 мм. Диаметр окружности катания при новых бандажах 1250 мм. Толщина бандажа 90 мм.

Перед напрессовкой втулки зубчатого колеса поверхность оси, заключенную между подступичной частью и местом посадки втулки, для защиты от коррозии покрывают раствором смолы. Зубчатый

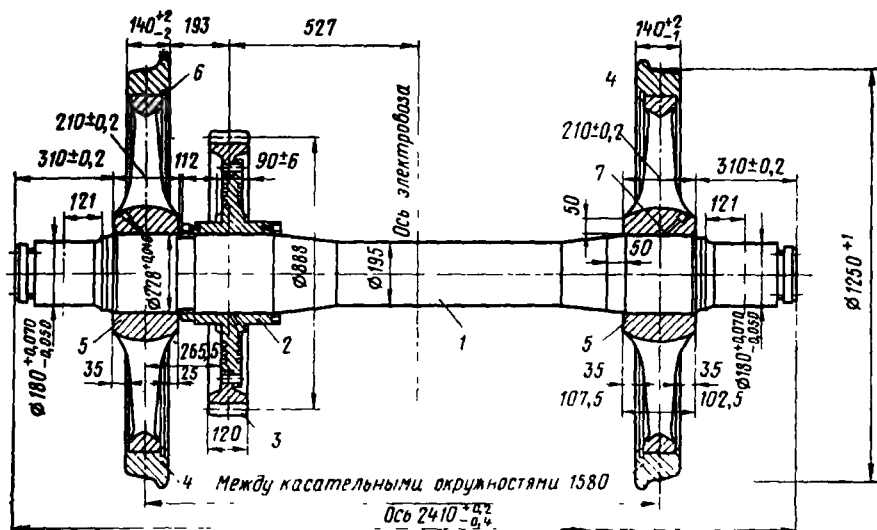


Рис. 30. Колесная пара

венец колеса 3 соединяется со втулкой при помощи призонных болтов. Расстояние между внутренними гранями бандажей колесной пары электровоза ЧС4, как-локомотива с конструкционной скоростью более 140 км/ч, должно быть в пределах 1440 ± 3 мм. Проверку сохранности установленного допуска производят на выкаченной колесной паре.

Передача нагрузки от подрессоренных элементов локомотива на колесную пару осуществляется на шейках оси, которые представляют собой консоли относительно точек опоры, т. е. колес. Под действием консольно приложенных нагрузок ось колесной пары получит изгиб в вертикальной плоскости, за счет чего диски колес будут не параллельны, а составят между собой некоторый угол. В результате расстояние между внутренними гранями бандажей, замеренное в нижней части колес (в зоне контакта с рельсами), может оказаться меньше допустимого (1439 мм). Разница в этих расстояниях на нагруженной колесной паре по сравнению с выкаченной составляет 0,5 — 1 мм.

При замене колесных пар в целях сохранения развески и тяговых свойств электровоза новые следует подбирать, исходя из допусков на их диаметр по кругу катания. Разница между диаметрами колес, находящихся в одной тележке, не должна превышать 8 мм; то же по всему электровозу — 15 мм. Кроме того, разница между диаметрами левого и правого колес одной колесной пары при формировании должна быть не более 1 мм, в эксплуатации — не более 2 мм.

§ 9. БУКСОВЫЙ УЗЕЛ

Рассматривая компоновку и конструктивное выполнение буксового узла, удобно разделить его на следующие элементы: собственно букса, поводковая группа, балансиры и витые пружины.

Букса является очень ответственным узлом, от качества работы которого зависит безопасность движения локомотива. На электровозах ЧС4 и ЧС4^т она выполнена следующим образом (рис. 31). На шейку оси напрессованы два однорядных подшипника с цилиндрическими роликами 1, 14. Между подшипниками установлены проставочные кольца 4. Задний подшипник 1 торцом внутреннего кольца упирается в лабиринтное кольцо 3, напрессованное на подступичную часть оси. Передний подшипник 14 от аксиального смещения через фасонное упорное кольцо 6 зафиксирован стопорной гайкой 8. От самоотвинчивания гайка удерживается фиксирующей планкой 11, которая при помощи болтов 9 крепится к торцу оси. Те же болты используются для крепления деталей приводов скростемера 10, прибора «Дакс» и заземлителей.

На подшипниках установлен корпус буксы 13, который в нижней части выполнен в виде вилки для крепления балансира. На корпусе буксы имеются приливы с трапециевидальной выемкой для крепления поводков, а также ограничители аксиальных и вертикальных перемещений буксы относительно рамы тележки. Лабиринт, образованный лабиринтным кольцом и задней крышкой буксы 2, предотвращает утечку консистентной смазки из подшипника и попадание в него пыли и влаги. Между передней крышкой 7 и корпусом буксы с той же целью проложен уплотняющий шнур 12. Задняя и передняя крышки соединяются с корпусом при помощи шпилек 5. (На электровозах, начиная с ЧС4—062 крепление крышек букс осуществляется с помощью болтов, вворачиваемых в корпус буксы). В передней крышке имеется концентрическое отверстие, открывающее доступ к смазочному пространству подшипника. Оно в свою очередь закрывается крышкой, крепящейся с помощью болтов.

Буксовые подшипники воспринимают большие нагрузки как в радиальном, так и в аксиальном направлениях. Вследствие изгиба шейки оси, возникающего от вертикальной нагрузки на буксу, наиболее нагруженным оказывается задний подшипник. В восприятии аксиальных сил из-за появляющегося перекоса участвует одновременно небольшое число роликов этого подшипника, что приводит к повышению контактных напряжений в зоне бурта его внутреннего кольца.

Чтобы повысить работоспособность цилиндрических роликоподшипников, их стремятся разгрузить от аксиальных сил. Для этого применяют ряд конструктивных решений, которые по принципу работы можно разделить на две категории: I — полная разгрузка подшипников от аксиальных сил путем установки между торцом оси и крышкой буксы упорного шарикового подшипника качения или резного упора; II — разгрузка внутреннего подшипника за счет передачи всей аксиальной силы на наружный подшипник.

На нескольких электровозах ЧС4 проходили эксплуатационную проверку буксы с резиновыми торцовыми упорами (рис. 32). Аксиальное усилие на передний подшипник передается последовательно через прижимную плиту 4, закрепленную фасонными болтами 5 к торцу оси, резиновый корпус 3, опорную плиту 2 и фасонное упорное кольцо 1. Назначение резинового конуса — равномерное

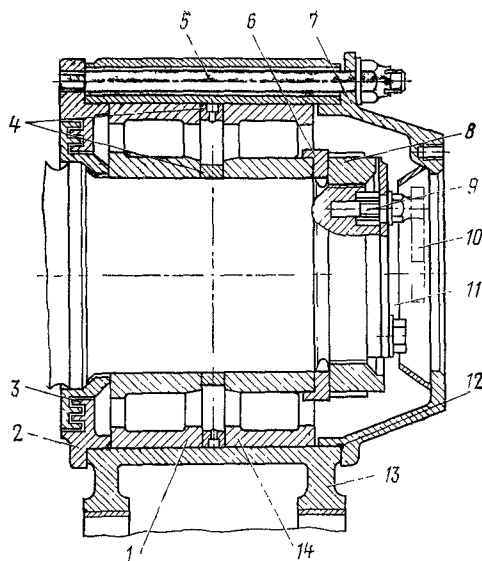


Рис 31. Букса

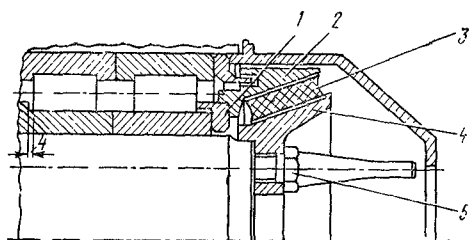


Рис 32 Букса с резиновым торцовым упором

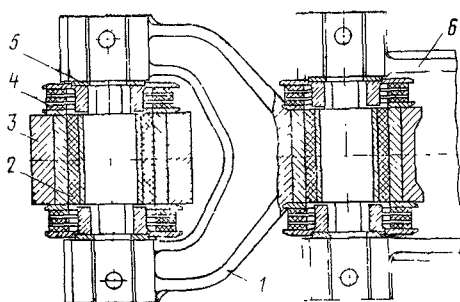


Рис 33. Поводок в сборе с сайлентблоками

распределение усилия по роликам подшипника. Зазор 4 мм между роликами и буртом внутреннего кольца обеспечивает полную разгрузку заднего подшипника в аксиальном направлении.

Средние колесные пары на тех же электровагонах имеют свободный разбег 10 мм на сторону. Разбег осуществлен за счет свободного перемещения роликов в аксиальном направлении (разбег по роликам) по внутренним кольцам подшипников.

Поводковая группа. Поводок 1 (рис. 33) представляет собой деталь, отлитую из стали в обработанную затем до необходимых размеров; конец поводка, закрепляемый на кронштейне рамы тележки с помощью разрезного фиксирующего кольца 5, выполнен в виде вилки, на концах которой сделаны выточки трапецевидальной формы. Со стороны, прикрепляемой к буксе 6, поводок имеет цилиндрическую проушину, в которой монтируется сайлентблок 2. Второй сайлентблок 4 того же поводка устанавливают в проушине 3 кронштейна.

Конструктивное выполнение сайлентблока тесно связано с требованиями, предъявляемыми к характеристикам упругого перемещения буксы относительно рамы тележки в трех основных направлениях: вертикальном, продольном горизонтальном и поперечном горизонтальном. Жесткость поводковой группы в вертикальном направлении включена параллельно с жесткостью пружин, т. е. увели-

чивает жесткость буксового рессорного подвешивания. Следовательно, она должна быть минимальной (при возможности конструктивного решения — равной нулю).

Для того чтобы избежать возможных перекосов осей колесных пар (отклонений от перпендикулярного к продольной оси тележки положения) под действием сил тяги и продольных сил трения, возникающих при движении локомотива в контакте колеса с рельсом, продольная жесткость буксового узла и, следовательно, поводковой группы должна быть достаточно большой.

В поперечном (осевом) направлении жесткость поводковой группы выбирают в зависимости от характеристик имеющейся поперечной связи кузова с тележками, однако она не должна быть большой, в противном случае локомотив будет чувствительным к горизонтальным неровностям пути.

Резиновые элементы сайлентблоков при движении локомотива испытывают значительные динамические нагрузки (см. § 3). Если учесть, что одним из важных достоинств буксового узла с поводковой группой является практическое отсутствие изнашивающихся, а следовательно, требующих восстановления или замены деталей, то обеспечение прочности резиновых элементов и сохранения их характеристики в эксплуатации делает этот узел безремонтным.

Конструктивное решение, в котором выдерживаются указанные требования, наиболее просто, если элементы, обеспечивающие необходимые характеристики, взаимно не связаны, т. е. разделены. Так, сайлентблоки буксовой поводковой группы электровоза ЧС4 состоят из двух частей (см. рис. 33): фланцевой 4 и цилиндрической 2.

Цилиндрический сайлентблок обеспечивает требуемую жесткость в продольном горизонтальном направлении. Резина марки ЧСН62237 установлена с тугой посадкой (запрессована). Это обеспечивает в ней предварительную деформацию сжатия, препятствующую возникновению при работе напряжений растяжения, наиболее опасных с точки зрения долговечности элемента.

Жесткость одного цилиндрического сайлентблока, определенная экспериментально, меняется в зависимости от величины деформации резины от 12 000 до 15 500 кгс/мм (рис. 34).

При работе на продольные усилия цилиндрические сайлентблоки одного поводка включены последовательно; поводки одной буксы между собой — параллельно. Таким образом, жесткость поводковой группы в продольном горизонтальном направлении равна жесткости одного цилиндрического сайлентблока.

Фланцевый сайлентблок обеспечивает требуемую жесткость буксового узла в поперечном горизонтальном направлении. Кроме того,

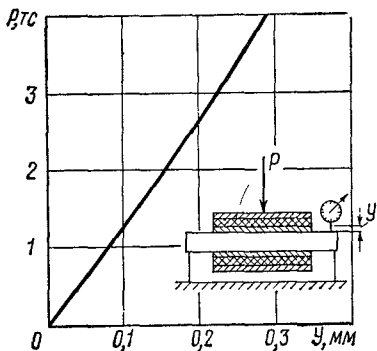


Рис 34 Характеристика жесткости цилиндрического сайлентблока

его резиновые элементы, работая на скручивание, оказывают сопротивление при вертикальных перемещениях буксы относительно рамы тележки. В конструкции фланцевого сайлентблока применена резина ЧСН62224 с небольшой твердостью, чем достигается сравнительно небольшая жесткость поводковой группы в вертикальном направлении (рис. 35). Для придания сайлентблоку необходимой характеристики при работе от поперечных горизонтальных сил резиновый элемент разделен стальными прокладками. Резина с металлом соединена методом горячей вулканизации. При монтаже фланцевый сайлентблок 4 (см. рис. 33) предварительно сжимают и фиксируют в таком состоянии разрезным кольцом 5, укрепленным в канавке цапфы. Как показали испытания одиночного фланцевого сайлентблока, жесткость его при разной величине сжатия неодинакова (рис. 36): при прогибах до 0,5 мм она равна примерно 1800 кгс/мм, при прогибах от 1,5 мм до 2 мм — 2500 кгс/мм.

Резина, примененная в сайлентблоках, имеет следующие характеристики:

Марка резины	ЧСН 622237	ЧСН 622224
Модуль упругости, кгс/см ²	63	18
Модуль сдвига, кгс/см ²	18	3,5
Твердость по Шору	60	40

При действии на буксу поперечной горизонтальной нагрузки P каждый поводок передает на раму тележки силу $P/2$ и момент $M = P a/2$, (где a — расстояние между осями пальцев, фиксирующих поводок). Под действием момента M поводок перекашивается за счет деформации в резиновых элементах. Суммарное поступательное перемещение y буксы под нагрузкой P определяется перемещением за счет сжатия резины фланцевых сайлентблоков и перекаса повод-

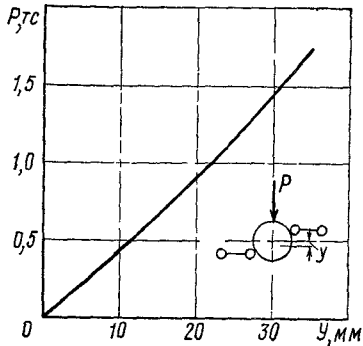


Рис. 35. Характеристика жесткости поводковой группы при вертикальных перемещениях

ков. Таким образом, поперечная горизонтальная жесткость поводковой группы (рис. 37) меньше, чем жесткость одного фланцевого сайлентблока, несмотря на то что схема их включения аналогична схеме включения цилиндрических сайлентблоков при воздействии продольной нагрузки. Кроме того, на поперечную жесткость буксового узла оказывает влияние и включенная с ней параллельно жесткость работающих на сдвиг пружин 1-й ступени рессорного подвешивания.

Жесткость поперечного перемещения оси, определенная натурны-

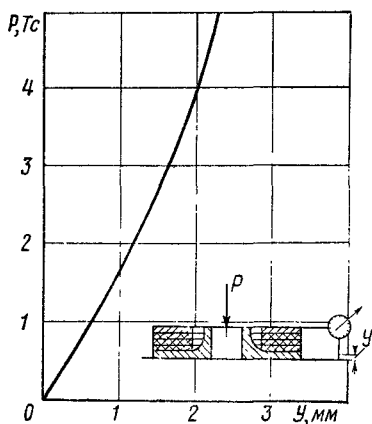


Рис. 36 Характеристика жесткости фланцевого сайлентблока

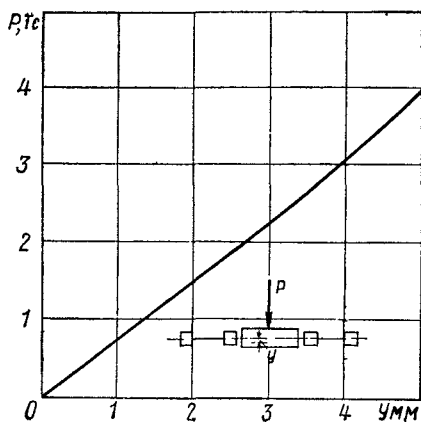


Рис. 37. Характеристика жесткости поводковой группы при поперечных горизонтальных перемещениях

ми испытаниями, составляет 1500—1700 кгс/мм (соответственно жесткость одного буксового узла 750 — 850 кгс/мм). Изменение указанных характеристик в эксплуатации связано со старением резины или разрушением элементов сайлентблоков. На процесс старения большое влияние оказывает низкие температуры и наличие химически активной среды. Условия эксплуатации в зимних условиях, особенно на дорогах Сибири, требуют применения морозостойкой резины, что и осуществлено на рассматриваемой конструкции. К химически агрессивным веществам следует отнести масло. Отсутствие в конструкции буксового узла мест, требующих обеспечения жидкой смазкой, теоретически исключает попадание масла на резиновые элементы. Однако в условиях эксплуатации это не исключено, например, при стекании масла из ванн боковых опор кузова (см. § 4). В этих случаях сайлент-блоки следует тщательно протереть сухой ветошью.

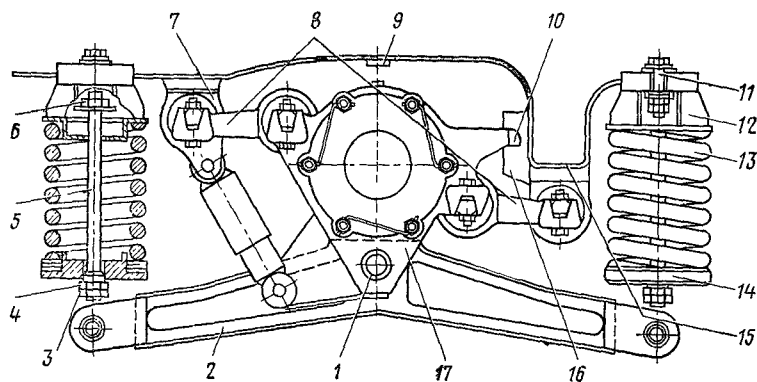
Потеря буксовым узлом начальных упругих характеристик значительно снижает качество горизонтального хода электровоза.

Балансир и витые пружины. Колесная пара со смонтированными на ней буксами (рис. 38) крепится к раме тележки при помощи балансира 2, витых пружин 13 первичного рессорного подвешивания и поводков 8, через которые тяговые усилия, реализуемые в контакте колеса с рельсом, передаются на раму тележки.

Жесткость пружин в сочетании с жесткостью резиновых элементов, через которые поводки закрепляются на корпусе буксы 17 и кронштейнах 7, 15, определяют характеристики упругой связи колесной пары с рамой тележки. От этих характеристик в значительной степени зависят динамические качества локомотива, поэтому их выбору уделяется большое внимание. Подбуксовый балансир 2 представляет собой поковку, обработанную до необходимых размеров в местах соединения с другими деталями. Балансир симметричен и средней своей частью с помощью валика 1 закреплен в вилке корпуса буксы.

От перемещения в аксиальном направлении валик фиксируется стопорной планкой. Стопорную планку вставляют в паз, выфрезерованный в валике, и крепят болтами к корпусу буксы. Окончание балансира в свою очередь в плане имеет форму вилки, в которой также с помощью валика, фиксированного стопорной планкой, крепятся монтажные штоки 5. Последние по своей длине имеют два участка с винтовой резьбой — на верхнем конце и в месте крепления к балансиру. На верхнем конце устанавливают монтажную гайку 6, выполненную заодно с шайбой. По резьбе в районе крепления может двигаться регулировочная гайка 4 с контргайкой 3. На регулировочной гайке покоится тарелка 14, являющаяся нижней опорой витой буксовой пружины 13. На тарелке закреплен цилиндр 18, предохраняющий балансир от чрезмерного перегиба, опасного при проходе переездов с настилами, в случае излома пружины. Верхней опорой пружины служит коробка 12, сваренная из листового стали. Коробка крепится к раме тележки за выступы нижнего горизонтального листа боковины и удерживается в фиксированном положении силами трения, развивающимися в местах прилегания коробки к горизонтальному листу боковины при затяжке клина 11.

Последнее требование связано с тем, что ряд технологических операций при ремонте (например, подъемка кузова) связана со значительной разгрузкой пружин, из-за чего рама тележки получает большие вертикальные перемещения относительно букс. При этом поводки 8 получают угловые перемещения, при которых может нарушиться це-



46

лостность резиновых элементов (сайлентблоков). Для того чтобы заклинить пружину 13, между полкой опоры 12 и гайкой 6 достаточно проложить прокладку. В тех случаях, когда зазор между указанными деталями меньше толщины прокладки (т. е. 16 мм) пружину поджимают при помощи домкрата, устанавливаемого под конец балансира. При замене пружины ее предварительно заклинивают и снимают вместе с опорой и монтажным штоком. Для этого валик, фиксирующий шток в балансире, вынимают, гайку 1 (рис. 39) освобождают и извлекают клин 2. После этого опору сдвигают с удерживающих выступов нижнего горизонтального листа боковины 3 и пружину вместе с опорой и штоком переносят на пресс. Там фиксирующую планку вынимают и пружина распускается. Новую пружину устанавливают между опорами и тарелкой 14 (см. рис. 38), сжимают на прессе и заклинивают планкой. Затем собранный комплект монтируют в буксовом узле.

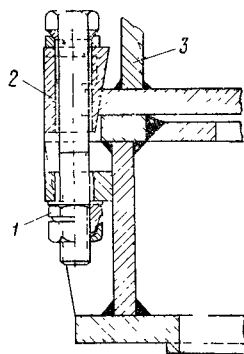


Рис. 39. Клиновое крепление опоры пружины

Пружины буксового узла изготовлены из круглого прутка диаметром 42 мм. Материал прутка соответствует стали 60С2. Перед навивкой пружины прутки шлифуют. После навивки путем шлифовки поверхностей прилегания замыкающих витков добиваются их взаимной параллельности и равномерности. Номинальная высота пружины 458 мм.

Однако в силу различных технологических факторов, которыми сопровождается процесс изготовления пружины, действительная ее высота может отличаться от номинальной, в связи с чем введен допуск $\pm 11,5$ мм. Кроме того, пружины могут несколько отличаться друг от друга и по жесткости.

При замене пружины важно не нарушить развеску локомотива, т. е. передать через новую пружину ту же статическую нагрузку, которая передавалась замененной. Это можно сделать в данном случае двумя путями.

Наиболее общий путь — установка между рамой тележки и кузовом того же зазора, который был до замены пружины, или, точнее, зазора, полученного при заводской развеске.

Второй путь заключается в том, что на место старой пружины устанавливают новую, имеющую ту же высоту (в свободном состоянии) и жесткость. В этом случае регулировочная гайка должна остаться на том же месте, на котором была до замены пружина.

Для удобства подбора пружины разбиты на две группы по высоте под номинальной статической нагрузкой 4430 кгс: группа I имеет 352 — 357 мм, а II — 357 — 362 мм.

На каждой пружине крепят бирку с номером группы, к которой она относится. Кроме того, на опорной поверхности пружины выбирают номер группы пружины и точное значение ее высоты под нагрузкой 4430 кгс (например, 1 — 353).

§ 10. ГИДРОДЕМПФЕР

Гидродемпферы служат для снижения амплитуд колебания (см. § 3) локомотива при скоростях движения, близких к резонансной, и ограничения их при резонансе. Принципиально работу гидродемпфера можно проследить по схеме рис. 40. Собственно демпфер состоит из наполненного вязкой жидкостью цилиндра 1 (рис. 40), в котором движется поршень 2, снабженный отверстиями 7. Поршень штоком 5 соединен с телом 3, обладающим некоторой массой. Последняя подвешена на пружине 4.

В случае возбуждения вертикальных колебаний тела 3 поршень будет перемещаться вдоль образующих цилиндра, при этом жидкость из объема 6 будет перекачиваться в объем 8 (и наоборот) через отверстия 7. Сопротивление движению поршня (вязкое трение) пропорционально скорости его перемещения. Коэффициент пропорциональности зависит от многих факторов, в частности от площади поршня, коэффициента вязкости жидкости, длины, диаметра и числа отверстий.

При выбранных конструктивных параметрах величина коэффициента пропорциональности постоянна. Поэтому для каждой конкретной конструкции гидродемпфера изменение силы сопротивления его перемещению зависит только от изменения скорости его перемещения.

Схема установки гидродемпферов на электровозах ЧС4 определяет зависимость демпфирующей силы от скорости взаимных перемещений букаса — рама тележки. При прохождении колесом короткой неровности, например рельсового стыка, скорость вертикального перемещения букасы может быть очень высокой. Развивающиеся при этом большие силы сопротивления в гидродемпфере нежелательны по двум причинам: во-первых, они жестко передаются на подрессоренные части конструкции, сводя к нулю роль упругих элементов подвешивания, что сказывается как на плавности хода электровоза, так и на прочности его экипажной части; во-вторых, они становятся опасными с точки зрения работоспособности и прочности самого гидродемпфера.

Говоря о вертикальном перемещении колеса на короткой неровности, следует иметь в виду подъем колеса, так как «просадка» его на такой неровности по конструкции рельсового пути при существующих диаметрах колес практически невозможна. Таким образом, при выбранном в рассматриваемом экипаже способе установки гидродемпфера нежелательный режим работы осуществляется при перемещении поршня вниз (при сжатии гидродемпфера). Для устранения этого недостатка установленные на электровозе ЧС4 гидродемпферы Н7К имеют ряд устройств, назначение которых становится ясным при рассмотрении конструкции гидродемпфера (рис. 41).

Рабочий цилиндр 10 закрыт, с одной стороны, корпусом всасывающего клапана 3, а с

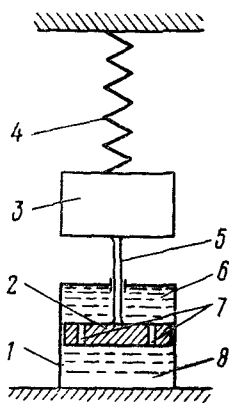


Рис 40 Принципиальная схема гидродемпфера

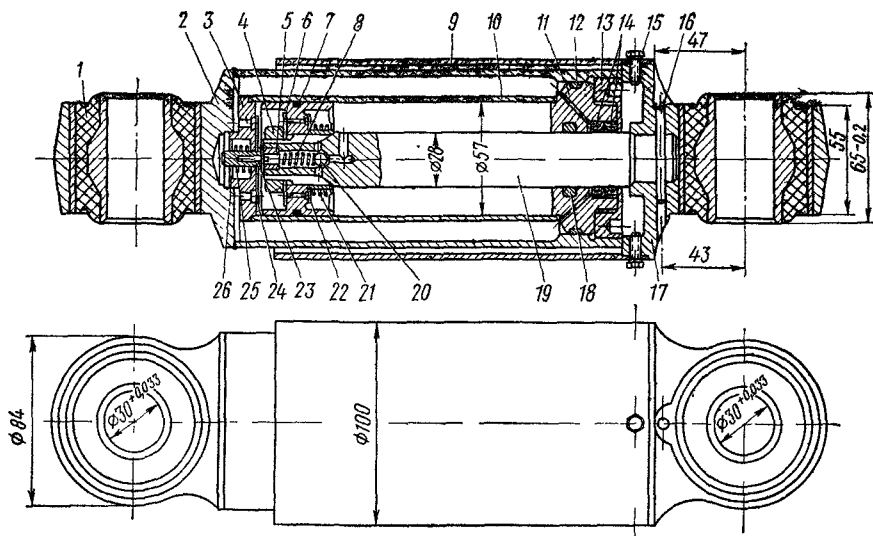


Рис. 41. Гидродемпфер Н7К

другой — подшипником 11 со втулкой, снабженной специальными уплотняющими кольцами 14 и 18. В цилиндре 10 перемещается поршень 6, имеющий уплотняющее чугунное поршневое кольцо 7. Поршень закреплен гайкой 4 на поршневом штоке 19. Поршневой шток для повышения его износостойкости при трении в подшипнике хромирован, после чего отшлифован и отполирован под размер, обеспечивающий надежное уплотнение. На верхнем конце поршневого штока резьбой и штифтом 16 закреплен подвес 17 с сайлентблоком 1, которым гидродемпфер крепится к раме тележки. На подвесе болтами 15 закреплен предохранительный кожух 9 гидродемпфера. Рабочий цилиндр вставлен в корпус 2 демпфера. В нижней части корпуса имеется гнездо с вмонтированным в него сайлентблоком, который является элементом соединения гидродемпфера с корпусом буксы колесной пары. Корпус всасывающего клапана вставлен в выфрезерованное в теле корпуса демпфера гнездо и прижат рабочим цилиндром. Вся система, неподвижно соединенная с корпусом гидродемпфера, закрепляется в фиксированном состоянии фасонной гайкой 13. Промежуточное кольцевое пространство, образованное рабочим цилиндром и корпусом демпфера, служит запасным или уравнительным резервуаром для жидкости.

Для предупреждения утечки жидкости из уравнительного резервуара подшипник 11 снабжен уплотнителем 12. В корпусе всасывающего клапана имеются калиброванные отверстия (каналы), объединенные круговой выточкой. Каналы свободно сообщаются с уравнивающим резервуаром. Со стороны выточки отверстия закрыты тарелкой 24, в которой также имеются калиброванные отверстия, но меньшего диаметра. Тарелка прижата к корпусу клапана заплечиками штифта.

Пружина 25, установленная между корпусом всасывающего клапана и кольцом 26, зафиксированным на штифте 23, обеспечивает нормальное положение тарелки 24, при котором полость уравнивающего резервуара не сообщается с объемом рабочего цилиндра. Поршень также оснащен клапаном, конструкция которого идентична с конструкцией всасывающего клапана. На рис. 41 поршень изображен в нижнем крайнем положении. Ход поршня 115 мм. В рабочем положении поршень находится на расстоянии 50 мм от корпуса всасывающего клапана. Пространство над поршнем и под ним заполнено маслом.

При движении поршня вниз (к корпусу всасывающего клапана) давление масла, находящегося в рабочем цилиндре между поршнем и корпусом всасывающего клапана, повышается. Когда сила давления масла на тарелку 22 становится больше усилия пружины 21, последняя сжимается, и тарелка 22 открывает каналы, через которые масло перетекает в объем рабочего цилиндра, находящийся под поршнем. Из-под поршня должен быть удален объем масла $V = Sh$ (здесь S — площадь поршня; h — перемещение поршня). Так как объем рабочего цилиндра над поршнем замкнут (с уравнивающим резервуаром не связан), а полезное пространство, в котором может разместиться масло, меньше полезного пространства под поршнем на объем, занимаемый штоком поршня, через каналы пройдет только часть масла. Излишек же по объему, равный $\Delta V = S_1 h'$ (где S_1 — площадь штока поршня; h' — перемещение поршня), будет выдавлен через отверстия в тарелке 24 и каналы в уравнильный резервуар.

При движении поршня вверх (от всасывающего клапана) уменьшается полезный объем над поршнем. Масло через отверстия в тарелке 22 перетекает в объем, находящийся под поршнем. Однако этого количества масла теперь уже не хватит для заполнения пространства под поршнем. В нем образуется разрежение. Пружина 25 отжимает тарелку 24 и через каналы в рабочий цилиндр, находящийся под поршнем, поступает масло из уравнильного резервуара, заполняя его.

Диаметр каналов и калиброванных отверстий в тарелках 22 и 24, а также их количество подобраны таким образом, что сила сопротивления движению поршня при сжатии в 3 раза меньше силы сопротивления при растяжении гидродемпфера. Таким образом, гидродемпфер имеет разные постоянные для работы на сжатие и растяжение. Такие гидродемпферы называются демпферами с несимметричной характеристикой (рис. 42).

Величина постоянной гидродемпфера, как уже отмечалось, зависит от вязкости масла, которая в свою очередь связана с температурой. Со снижением температуры масла его вязкость может резко возрасти, а следовательно, возрастет

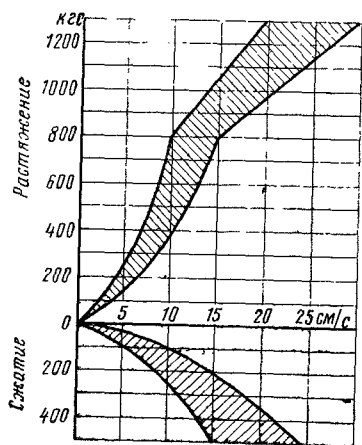


Рис. 42. Характеристика гидродемпфера Н7К

постоянная демпфера и соответственно сила сопротивления демпфера. Компенсацию перегрузок выполняет в этом случае шариковый клапан, смонтированный в поршневом штоке. Шарик 20 (см. рис. 41) усилием пружины 8 прижат к краям канала, закрывая его. Нажатие (усилие пружины) регулируется болтом 5. Когда давление в рабочем цилиндре становится больше допустимого, пружина 8 сжимается, шарик освобождает канал и масло перетекает в смежную полость. Характеристика масел различных марок, применяемых для наполнения гидродемпферов НК7, следующая:

Марка масла	ТР200 (07158)	О1ЧСН65 6680	Г1АЧСН65 6634
Вязкость при 20° С	29,5—45,2	29,5—45,2	13,5
Температура застывания, °С	—35	—50	—60
Температуры вспышки, °С	150	150	95

Наличие резиновых сайлентблоков в некоторой степени облегчает работу гидродемпфера при нагрузках, по характеру близких к ударным. Резина, обладая упругостью, частично компенсирует «жесткость» импульса, растягивая его по времени, т. е. делая более плавным нарастание действующей на демпфер силы. Кроме того, резина защищает гидродемпфер от высокочастотных вибраций, возникающих на необремененных частях конструкции.

Гидродемпфер требует постоянного за собой наблюдения. Неисправность его может сильно сказаться на качестве динамики локомотива. Недостаточное демпфирование (уменьшение демпфирующей постоянной) приведет к интенсификации вертикальных колебаний локомотива на скоростях, близких к резонансным, т. е. для пути с рельсами длиной 12,5 м на скоростях 80 км/ч, для пути с рельсами длиной 25 м — 160 км/ч.

Недостаточное демпфирование колебаний боковой качки может повлиять и на горизонтальную динамику: в диапазоне скоростей 120—140 км/ч увеличатся амплитуды горизонтальных колебаний. Если в эксплуатации на некоторых локомотивах будет замечено такое явление, то наряду с другими видами освидетельствований необходимо проверить и гидродемпферы. Наиболее часто нарушение нормальной работы гидродемпфера происходит из-за утечки масла.

При внешнем осмотре утечку масла можно заметить по его следам на корпусе гидродемпфера. Если последние имеются, гидродемпфер следует снять для проверки. Работоспособность снятого гидродемпфера проверяют, прикладывая от руки усилие (сжимающее или растягивающее) вдоль его оси. У исправного гидродемпфера поршень при этом должен плавно перемещаться, оказывая сопротивление.

Если амортизационное масло частично или полностью вытекло, гидродемпфер будет иметь люфт, т. е., перемещаясь на некоторую величину (или на полный ход), не будет оказывать сопротивления. Наличие заеданий при движении указывает на нарушение работы системы клапанов или трущихся пар (перекосы тарелок, задир и т. п.).

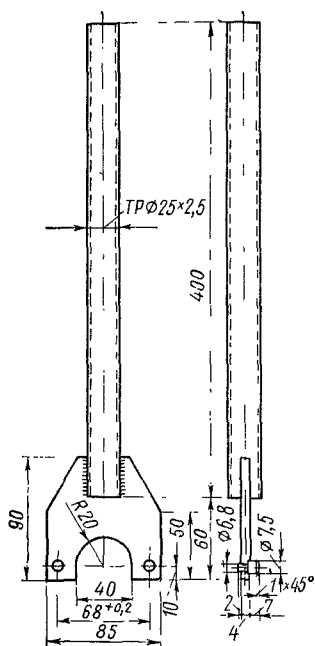


Рис. 43. Ключ под фасонную гайку

Неисправный гидродемпфер необходимо демонтировать для освидетельствования и заливки масла. Перед разборкой его фиксируют в вертикальном положении. Вывинтив болты 15 (см. рис. 41), опускают кожух 9, чем обеспечивают доступ к гайке 13, которую отворачивают специальным ключом (рис. 43). Поршень со штоком, подшипник 11 (см. рис. 41), а затем рабочий цилиндр 10 и всасывающий клапан 3 извлекают из корпуса 2 гидродемпфера. Остатки масла сливают. Для осмотра поверхности трения тщательно протирают.

Качество уплотнения в трущейся паре (поршневой шток-подшипник) проверяют путем замера диаметра штока и внутреннего диаметра подшипника и сравнения результатов измерений с допусками на эти детали. Наличие отклонений от указанных допусков требует либо замены гидродемпфера, либо восстановления деталей. Последнее может быть осуществлено за счет увеличения слоя хрома на штоке поршня с последующей обработкой (шлифовкой и полировкой) до размеров, обеспечивающих необходимую плотность посадки.

Проверка работоспособности клапанов осуществляется устройством (рис. 44) для сжатия пружин 25 (см. рис. 41) или 21. Не допуская перекосов тарелок, следят за плавностью их перемещений. В случае заеданий клапан демонтируют и устраняют причину (заусенцы и т. п.). Сломанные пружины заменяют. Целостность пружины шарикового клапана проверяют, извлекая ее из штока. Сборку клапана после проверки пружины производят в следующем порядке:

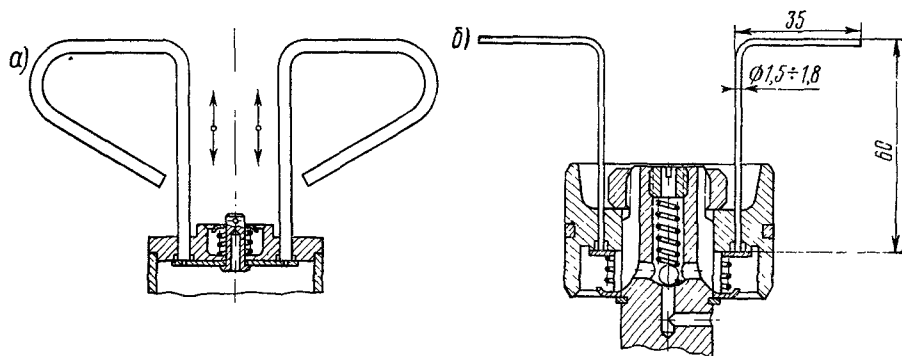


Рис. 44 Устройство для проверки качества работы всасывающего (а) и перепускного (б) клапанов

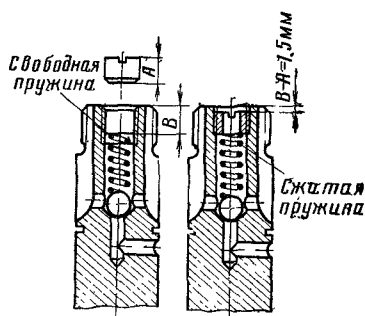


Рис. 45. Сборка шарикового клапана

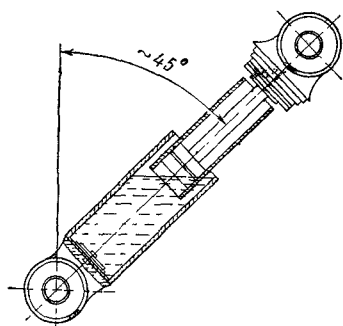


Рис. 46. Установка гидродемфера при окончательной сборке

в поршневой шток вставляют шарик 20 и пружину 8; измеряют расстояние B (рис. 45) от конца свободной пружины до кромки поршневого штока и высоту A болта; болт заворачивают так, чтобы обеспечить сжатие пружины на 1,5 мм; положение болта фиксируют ударом керна. Торцовую поверхность штока закрашивают.

После освидетельствования гидродемфер заливают маслом и собирают. Перед заливкой в гнездо, находящееся на дне корпуса гидродемфера, укладывают всасывающий клапан. Затем заливают масло в количестве $630 \pm 20 \text{ см}^3$. Очень важно, чтобы во время сборки в рабочем цилиндре между уровнем масла и поршнем не образовалась воздушная подушка. Во избежание этого образования рекомендуется следующая последовательность операций:

корпус с надетым кожухом установить под углом $\sim 45^\circ$ к горизонту (рис. 46);

поршень со штоком и надетыми на него подшипником 5 (см. рис. 41) и фасонной гайкой 13 установить в рабочем цилиндре в нижнем крайнем положении;

вводить в корпус гидродемфера рабочий цилиндр с установленными в нем деталями 5 и 9, постепенно погружая их в масло так, чтобы последнее заполняло пространство под поршнем, выдавливая оттуда воздух;

когда масло полностью закроет нижний торец цилиндра, продолжать погружение, одновременно поднимая поршень и всасывая под него масло;

подняв поршень на высоту 100 — 120 мм от нижнего крайнего положения, перевести всю систему в вертикальное положение и зафиксировать рабочий цилиндр на корпусе всасывающего клапана; установить подшипник в нормальное положение и зафиксировать его гайкой;

укрепить защитный кожух. На защитном кожухе краской поставить дату освидетельствования.

Хранить гидродемпферы следует, устанавливая их в вертикальное положение поршнем вниз.

На электровозах, начиная с ЧС4-212, установлен гидродемпфер TBS (рис. 47). Его габаритные размеры и характеристика (рис. 48) обеспечивают взаимозаменяемость с гидродемпфером Н7К. В отличие от последнего гидродемпфер TBS имеет ограничение максимальной демпфирующей силы как в зоне сжатия, так и в зоне растяжения. Кроме того, при скоростях перемещения поршня больше 15 см/с силы растут незначительно (слабо прогрессирующая характеристика). Наибольшая скорость поршня, практически реализуемая при движении электровозов, равна 23 см/с, что для гидродемпфера Н7К соответствует силе 1300 кгс, а для гидродемпфера TBS—950 кгс. При этом энергоемкость обоих гидродемпферов практически одинакова.

Более мягкая характеристика гидродемпфера TBS достигается следующими конструктивными решениями. При сжатии демпфера масло, находящееся под поршнем (см. рис. 47), каналами клапана тяги 18 и каналами перепускного клапана 17 попадает во внутреннюю полость штока 31 и через отверстие 19 в пространство над поршнем. Кроме того, через каналы 22 напорного клапана масло перетекает в уравнительный резервуар 12. Когда давление под перепускным клапаном достигает некоторой критической величины, пружина 16 перепускного клапана сжимается и масло получает возможность перетекать дополнительными каналами 30 перепускного клапана. При больших скоростях перемещения демпфера (> 40 см/с), а следо-

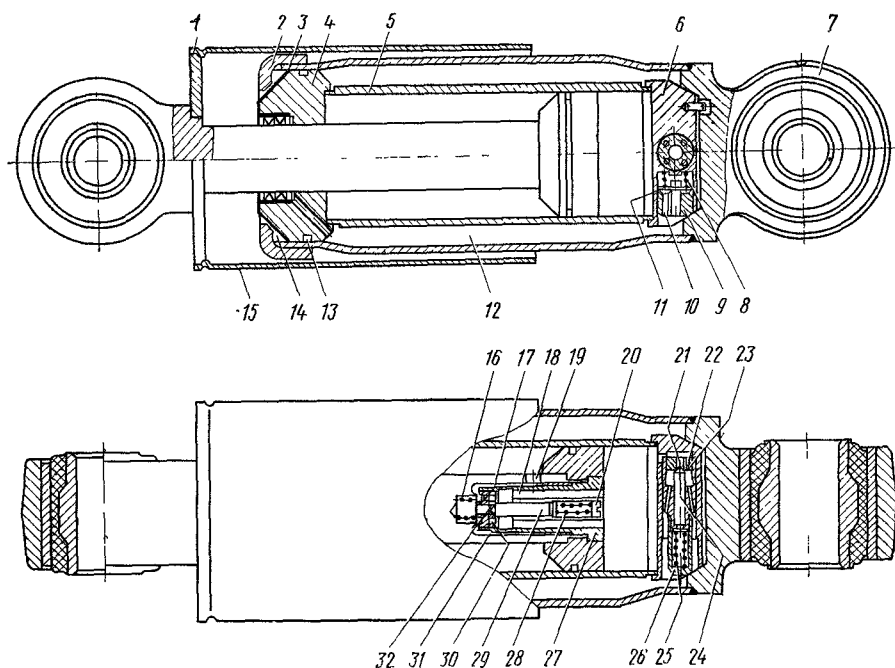


Рис. 47. Гидродемпфер TBS

вательно, при увеличении давления в пространстве под поршнем, отжимается пружина 25 напорного клапана и игла 24 освобождает сопловое отверстие 21, через которое масло свободно перекачивается в уравнительный резервуар.

При работе демпфера на растяжение масло, выдавливаемое из пространства над поршнем, через отверстие 19 попадает в полость штока и через каналы 17 закрытого перепускного клапана перекачивается в пространство под поршнем. Этого масла не хватает для заполнения всего цилиндра между поршнем и дном 6 и в нем образуется разрежение. Возникающая при этом разница между давлениями в уравнительном резервуаре и пространстве под поршнем заставляет пружину 8 всасывающего клапана 9 сжаться. При этом открывается канал 10 и масло через него из уравнительного резервуара заполняет свободный объем под поршнем. Ограничение силы сопротивления демпфера происходит при сжатии пружины 28. Игла 29 в этом случае освобождает сопло 32, через которое масло из пространства над поршнем свободно перетекает под поршень.

Исправность гидродемпера TBS, как и H7K, может проверяться визуально или проверкой сопротивления при приложении усилия от руки. Кроме того, тот и другой демпферы должны периодически проверяться на тарировочном стенде, где для него снимается рабочая диаграмма. В случае искажения эталонной диаграммы за пределами допусков, устанавливаемых заводской инструкцией, гидродемпер необходимо демонтировать и неисправности устранить.

Для разборки гидродемпера TBS из проушин снимают сайлент-блоки, шлифуют сварной шов 1 и снимают крышку 15. Ушко 7 закрепляют в тиски и при помощи специального ключа свинчивают гайку 2, освобождая кольцо 14 и колпачок 3. Шток с поршнем, сбив вкладыш 4, вынимают из цилиндра 5. При этом цилиндр с дном 6 остается в кожухе. Масло из кожуха выливают, затем поршневой шток укрепляют в тиски, вывинчивают болт 17, сбивают поршень, снимают со штока вкладыш 4, кольцо 14, колпачок 3 и гайку 2, вынимают кольца Гуффера и уплотняющее кольцо 13. Из корпуса извлекают цилиндр и дно 6. Последнее закрепляют в тиски, вывинчивают из него пробку 26, вынимают иглу 24 из корпуса форсунки и специальным съемником выводят корпус форсунки 23. После этого снимают вставку 9 и всасывающий клапан 11. Болт 27 демонтируют, вывинтив пробку 20.

Детали тщательно промывают бензином; лак, применяемый как защитное покрытие, смывается.

Визуальной проверкой и обмером деталей устанавливается их пригодность для дальнейшей работы. Отбракованные детали, как пра-

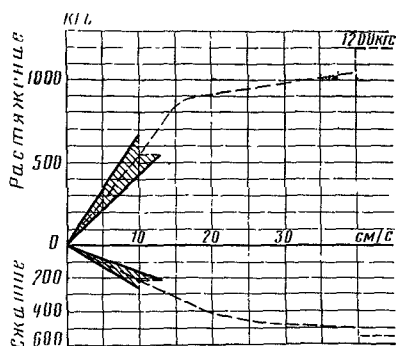


Рис. 48. Характеристика гидродемпера TBS

вило, заменяются новыми. Как исключение, разрешается восстановление следующих видов неисправностей;

износ поршневого штока — допускается твердое хромирование с последующей шлифовкой до номинального размера;

появление мелких рисок на поршне — допускается зачистка наждачной бумагой;

деформация кожуха — выравнивание с последующей зачисткой;

неприлегание перепускного клапана к форсунке — допускается притирка при сборке по противолежащей наждачной бумаге;

неприлегание всасывающего клапана по вставке — притирка вставкой по противолежащей наждачной бумаге.

Сборка гидродемпфера производится в обратном порядке. Перед монтажом детали тщательно промываются бензином и продуваются воздухом. Масло (АМГ10; ГОСТ 6794—53) в количестве 650 см³ заливают в цилиндр после фиксации его в дне. При введении в цилиндр, заполненный маслом, штока с поршнем необходимо исключить образование воздушной подушки.

§ 11. РЕДУКТОР И КАРДАННАЯ ПЕРЕДАЧА С ШАРНИРНОЙ МУФТОЙ

На электровозах ЧС4 и ЧС4^т осуществлена опорно-рамная подвеска тяговых двигателей. Применение этого типа подвески значительно (на 25—30%) снижает вес неподрессоренных частей, что положительно сказывается на контактной прочности рельсов. Будучи жестко закрепленными на раме тележки, тяговые двигатели при движении электровоза получают перемещение относительно колесных пар.

Величины этих перемещений для осей, не имеющих свободных разбегов по подшипнику, определяются взаимными перемещениями букса-рама тележки. Из изложенного в § 8 следует, что букса может упруго смещаться относительно рамы тележки в трех направлениях: вертикальном, продольном и поперечном горизонтальном.

Редуктор 1 (рис. 49, а), посредством которого вращающий момент от шестерни 4, соединенной с валом 5 тягового двигателя, передается на колесную пару, с одной стороны закреплен на раме тележки при помощи кронштейна 3 и подвески 2. Другой его точкой опоры служит подшипник качения 12 (см. рис. 50), установленный на втулке большого зубчатого колеса.

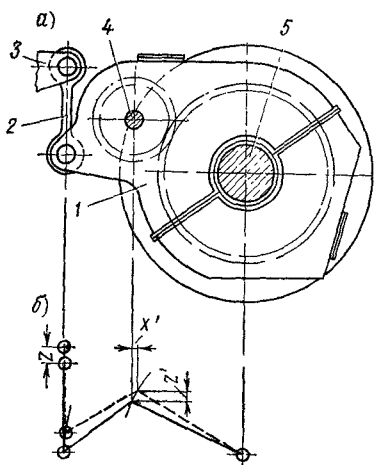


Рис. 49. Схема установки (а) и угловых перемещений (б) редуктора при колебаниях электровоза в вертикальной плоскости

Ось шестерни установлена в подшипниках качения 10, закрепленных в корпусе редуктора. Этим достигается постоянство расстояния между осями зубчатых колес, находящихся в зацеплении (жесткая «центральный»), что необходимо по условиям их удовлетворительной работы. Той же цели служит смазка: часть большого зубчатого колеса погружена в масло, находящееся в нижней части корпуса редуктора, и при вращении переносит его в зацепление. Одновременно происходит разбрызгивание масла, за счет чего осуществляется смазка подшипников качения. Для очистки масла от металлических опилок, образующихся от износа зубчатой передачи, в нижней части редуктора установлены магнитные пробки.

Собственно редуктор представляет собой жесткую конструкцию, состоящую из двух частей: верхней и нижней. Обе части цельносварные и соединяются между собой болтами. При вертикальных перемещениях рамы тележки относительно колесных пар редуктор будет поворачиваться вокруг втулки большого зубчатого колеса; при этом ось 11 шестерни также получит вертикальное перемещение, равное z' (рис. 49, б), и горизонтальное перемещение x' . В результате вал ротора тягового двигателя и вал шестерни будут несоосными. Аналогичная картина будет и при угловых перемещениях рамы тележки с закрепленными на ней тяговыми двигателями относительно продольной оси тележки (при крене). Естественно, что при указанном способе закрепления тяговых двигателей в тележке жесткое соединение шестерни с валом якоря невозможно. Поэтому в рассматриваемой конструкции передача вращающего момента от вала двигателя к шестерне осуществлена посредством карданного вала 1 (рис. 50) с шарнирными муфтами, что обеспечивает компенсацию несоосности валов якоря и шестерни, возникающей, как мы видели, при угловых и линейных перемещениях рамы тележки относительно колесных пар.

Конструктивное выполнение шарнирного привода заключается в следующем. Вал якоря тягового двигателя 7 полый. Внутри вала имеется зацепление 6, передающее вращающий момент на поршень 5 шарнирной муфты, за счет чего снимаются аксиальные нагрузки на подшипники, неблагоприятно влияющие на их работоспособность. Зацепление между внутренней полостью якоря и поршнем шарнирной муфты осуществлено на большом диаметре, что обеспечивает незначительный уровень напряжений, возникающих при передаче вращающего момента. Этим достигается необходимая долговечность узла. С поршня вращающий момент передается на шарнирную муфту. Конструкция шарнирных муфт, установленных со стороны якорного подшипника (внутренняя муфта) и со стороны шестерни (наружная муфта), аналогична: через крестовину и шарнирные цапфы 2 с игольчатыми подшипниками 4 момент с поводка, зацепленного на одной вращающейся детали, передается на поводок, закрепленный на сопряженной детали (например, поводок карданного вала 8 и поводок 9 редуктора). Поводки расположены во взаимно перпендикулярных плоскостях и соединяются с шарнирными цапфами при помощи болтов 6.

Шарнирная муфта (рис. 51) снабжена игольчатым подшипником 12, обеспечивающим обкатывание при взаимном угловом смещении плоскостей крестовины и поводка. Иглы 1 и 11 в подшипнике удерживаются в радиальном направлении упорными кольцами, а последние фиксируются предохранительными кольцами 3 (см. рис. 50).

Подшипниковые цапфы внутренней и наружной муфт отличаются между собой только пазами под уплотнения, роль которых заключается в предупреждении вытекания масла из полости подшипника и попадания туда пыли. В закрытой части ротора уплотнение выполнено герметиком, в подшипниковых цапфах наружной муфты — резиновыми манжетами с пружинными фиксаторами.

Смазка игл внутреннего шарнира и вместе с тем пазов поршня осуществляется маслом. При движении электровоза масло под действием центробежной силы растекается по внутренней поверхности втулки и проходит к зубчатому зацеплению втулки и поршня. К иглам подшипников и торцовым поверхностям карданного креста масло попадает через отверстия, имеющиеся в кресте и в предохранительном и направляющем кольцах.

Полость подшипниковых цапф наружного шарнира заполняется смазкой через пресс-масленки. Все соприкасающиеся поверхности детали муфты окрашены герметиком. Таким образом, вращающий момент от вала якоря тягового двигателя через внутреннюю шарнирную муфту, карданный вал и наружную шарнирную муфту передается на вал шестерни 7 (см. рис. 51) редуктора. Карданный вал передает большие нагрузки. Поэтому для обеспечения необходимой прочности

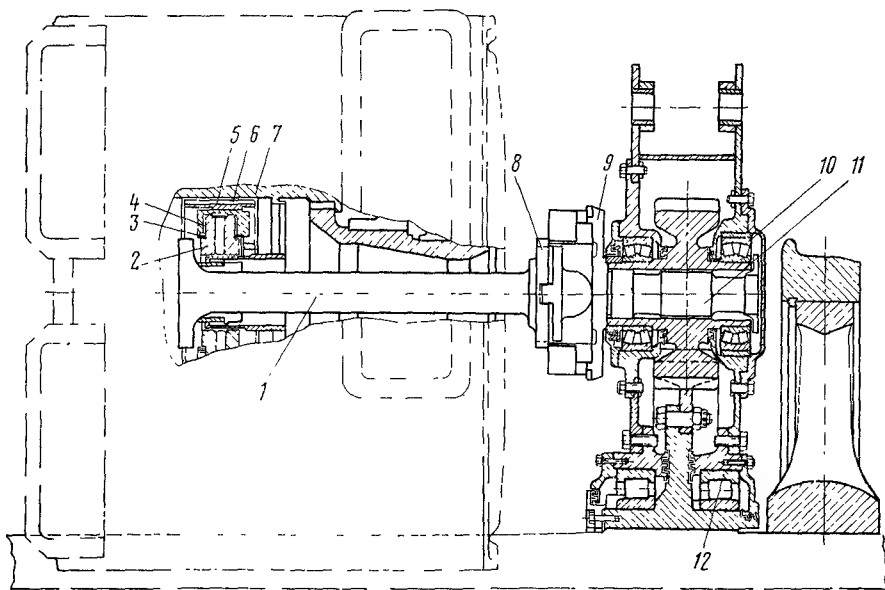


Рис. 50 Редуктор и карданный привод

он имеет тщательно обработанную поверхность со шлифовкой в радиусах.

При проведении ремонтных работ, связанных с демонтажем привода, необходимо предупреждать возможность повреждения карданного вала (появления вмятин, надсечек и других дефектов на его поверхности) во избежание развития в местах повреждения при последующей эксплуатации усталостных разрушений.

Поводок наружной шарнирной муфты, расположенной со стороны коллектора, фиксируется на карданном валу шлицевым соединением. Шлицы 5 выполнены по ЧСН. Аксиальному перемещению поводка 3 (вдоль шлицев) препятствует упорное кольцо 13, состоящее из трех частей, и глухая гайка 10, фиксируемая стопорной отгибающейся подкладкой. Так как якорь тягового двигателя может иметь большую скорость вращения, для ротора и муфт производят динамическую балансировку. С этой целью на обоих поводках внешнего шарнира просверлены отверстия, в которые при балансировке ввертывают уравнивающие штифты. Отверстия для установки штифтов на стороне внутреннего карданного шарнира сделаны на внутренней и торцевой сторонах поршня.

Снабженный по концам шарнирными муфтами, каждая из которых позволяет осуществлять свободные угловые перемещения в двух взаимно перпендикулярных плоскостях, и имеющий возможность перемещаться в аксиальном направлении вместе с поршнем карданный вал совершает маятниковые движения относительно оси карданного креста, компенсируя тем самым несоосность вала якоря и вала 9 шестерни редуктора, возникающую при движении электровоза. Для того чтобы обеспечить непрерывную обкатку игл на рабочих поверхностях цапф, ось якоря смещена на 8 мм по вертикали и на 15 мм по горизонтали относительно оси шестерни.

При плановых ремонтах производят разборку и осмотр шарнирных карданных муфт. Для разборки наружной муфты следует вывернуть болты 6, крепящие гнезда подшипников. Затем с помощью специального нажимного болта, вставляемого в отверстие 2 с резьбой, карданный вал 4 вместе с ведущим поводком по направляющим поршня сдвигают в полость ротора до упора. Снимают гнезда подшипников, освобождая их от клинового зацепления 8. После этого специальным ключом отворачивают глухую гайку 10 и с помощью специального съемника снимают поводок со стороны карданного вала. Из полости поводка вынимают упорное кольцо 13.

После разборки осматривают игольчатые подшипники карданной муфты. Прежде чем вынуть иглы, необходимо измерить общий контурный зазор между ними. Если этот зазор окажется больше, чем 0,8 мм, все иглы подшипника необходимо заменить. При зазоре, меньшем 0,8 мм, следует вынуть иглы из каждого подшипника,

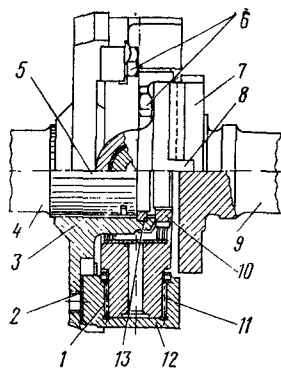


Рис. 51 Шарнирная муфта

не смешивая их, промыть в чистой жидкой смазке и вставить в тот же подшипник, из которого они были вынуты. Перед укладкой внутреннюю поверхность подшипника смазывают консистентной смазкой, что значительно облегчает сборку. Резиновое уплотняющее кольцо заменяют. Собирают шарнирную муфту в обратном порядке.

§ 12. МЕЖТЕЛЕЖЕЧНОЕ СОЧЛЕНЕНИЕ

Тележки соединены между собой (рис. 52) при помощи водил 3 и упругой муфты 2. Каждое водило составлено из двух штанг трубчатого сечения, соединенных между собой под углом $41^{\circ}10'$. Штанги с помощью шарнирного соединения 1, позволяющего им свободно поворачиваться относительно оси шарнира в вертикальной плоскости, закреплены на задних концевых балках рам 4 тележек. В местах соединения штанг водила снабжены проушинами, которые при помощи валиков соединяются с вилками упругой муфты, образуя шарниры. Шарниры муфты обеспечивают ей свободные угловые перемещения в горизонтальной плоскости. Валики шарниров застопорены от смещения в аксиальном направлении планкой, заходящей в профрезерованный на валике паз и закрепляемой болтами на вилке.

Основным упругим элементом муфты (рис. 53) является тарельчатая пружина 5. Она помещается между опорными прокладками 4 в полости втулки 7. Прокладки в свою очередь опираются: одна — на бурт днища втулки, другая — на выступ крышки муфты 3. Крышка крепится к втулке болтами 11.

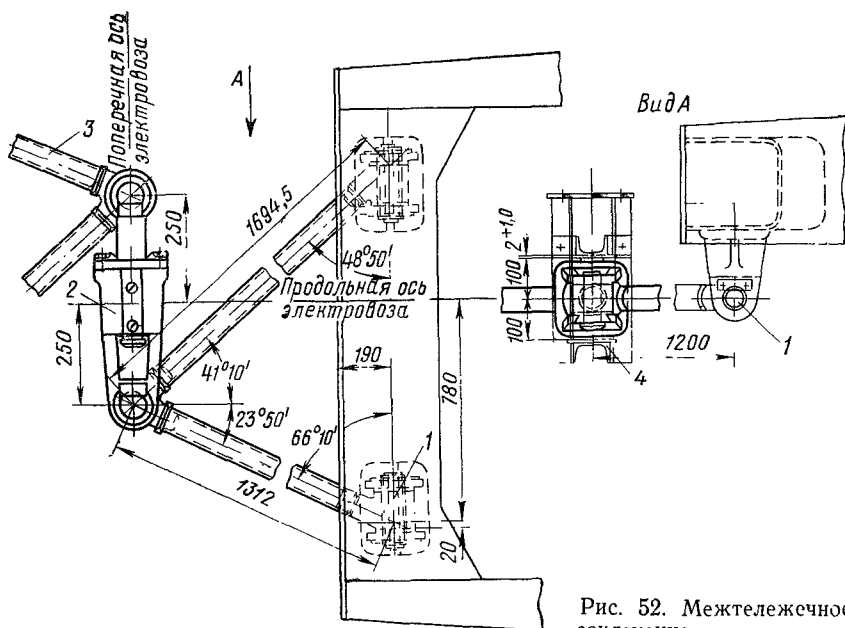


Рис. 52. Межтележное сочленение

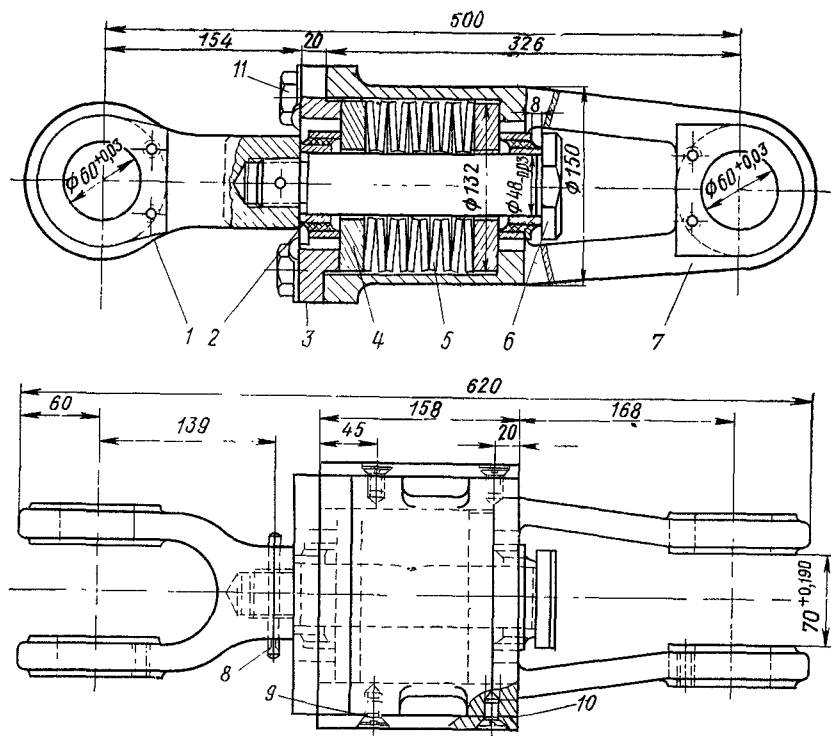


Рис. 53. Упругая муфта

Сквозь комплект тарельчатой пружины с опорными прокладками пропущен фасонный болт 6, конец которого крепится на резьбе в теле вилки 1 и от самоотвинчивания зафиксирован конусным штифтом 8. Между торцевой поверхностью вилок и опорной прокладкой с одной стороны упругого комплекта и опорной прокладкой и головкой болта с другой его стороны установлены сайлентблоки 2.

Каждый сайлентблок состоит из наружной и внутренней втулок, к которым привулканизирована заключенная между ними цилиндрическая резиновая прокладка. Торцы наружной и внутренней втулок сайлентблоков смещены друг относительно друга на 8 мм. Сайлентблоки устанавливают свободно, без натяга. Жесткость резинового элемента, работающего на срез, невелика (20 кгс/мм)*. Это обеспечивает при движении электровоза в прямых участках пути практически свободные взаимные перемещения тележек в горизонтальной плоскости. Такая конструкция позволяет осуществлять взаимные угловые смещения вилок муфты вокруг ее оси, т. е. реализует еще один шарнир, развязывающий перемещения в вертикальной плоскости.

* На электровозах начиная с ЧС4-162 резиновые элементы отсутствуют.

Упругая муфта скользун *10*, закрепленным на втулке винтами *9*, опирается на горизонтальную плоскость рамки, смонтированной на кузове. Таким образом, при появлении вертикальных колебаний электровоза муфта перемещается вместе с кузовом, а шарниры заделки водила *1* (см. рис. 52) — с задней концевой балкой рамы тележки. Наличие же выше описанной шарнирной системы позволяет осуществлять эти перемещения свободно, без возникновения значительных вертикальных усилий в сопряженных элементах сочленения.

Возникновение горизонтальной силы в сочленении обусловлено изменением линейного расстояния между центрами шарниров муфты. В зависимости от направления движения электровоза и характера кривой в плане (левая или правая кривая) это расстояние может как уменьшаться, так и увеличиваться относительно номинала. При движении шарниров навстречу друг другу вилка *1* (см. рис. 53) деформирует резиновый элемент сайлентблока и после исчерпания зазора 8 мм между внутренней втулкой и опорной прокладкой жестко передает усилие на пружинный комплект, сжимая его. При движении шарниров в разные стороны по той же схеме работает головка болта *6*. Таким образом, независимо от направления движения шарниров тарельчатые пружины работают только на сжатие.

В комплекте тарельчатых пружин, имеющем жесткость 430 кгс/мм, осуществлен преднатяг, равный 4000 кгс, в связи с чем упругая характеристика сочленения (рис. 54) представляет собой ломаную линию: при перемещении до 8 мм сила в сочленении увеличивается пропорционально жесткости резинового элемента сайлентблока, по исчерпании этого зазора увеличение силы в сочленении до величины преднатяга не вызывает дополнительных перемещений, при силах больше 4000 кгс тарельчатые пружины начинают сжиматься и шарниры муфты вновь получают перемещение. После исчезновения внешних сил накопленная в сочленении энергия возвращает тележки в соосное положение.

Неправильная сборка или неисправность элементов сочленения (например, изгиб штанг) может привести к ненормальной работе экипажа. В частности, это может стать причиной установки тележек в плане с перекосом, т. е. положения, при котором их продольные оси будут составлять между собой некоторый угол.

В результате при движении электровоза в прямых и кривых участках пути повысится уровень горизонтальных сил, а также появится повышенный и неравномерный износ бандажей колесных пар.

Неудовлетворительная работа шарниров послужит причиной появления вертикальных сил в сочленении, на которые его элементы не рассчитаны и могут оказаться недостаточно прочными.

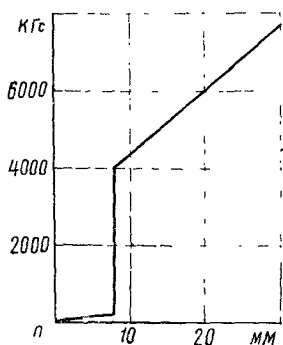


Рис. 54 Упругая характеристика сочленения

§ 13. РАЗВЕСКА ЭЛЕКТРОВОЗА И ЕЕ РЕГУЛИРОВКА

Распределение статических нагрузок по элементам рессорного подвешивания на электровозе ЧС4 и ЧС4^Г как в системе, статически неопределимой, требует специальной регулировки. При индивидуальном подвешивании осей и системе четырех опор кузова на тележку обеспечить равномерное распределение нагрузок по рессорам без их регулирования можно только в том случае, если:

упругие и геометрические характеристики рессор в каждой ступени подвешивания будут одинаковы;

опоры будут равно удалены и симметрично расположены относительно центра тяжести тела, на них покоящегося.

Применительно к экипажу электровоза ЧС4 и ЧС4^Г второе условие можно сформулировать так: в горизонтальной плоскости центр тяжести кузова должен совпадать с его геометрическим центром, а центр тяжести подрессоренных элементов тележки должен находиться на пересечении продольной оси ее рамы с осью средней колесной пары.

В действительной конструкции центры тяжестей не совмещены с указанными точками. Прежде всего это относится к подрессоренным массам тележки. Поэтому на выкаченную из-под кузова тележку в продольном и поперечном направлениях действуют моменты сил, равные произведению веса обрессоренных элементов на соответствующий эксцентриситет центра тяжести. Эти моменты уравниваются реакциями в рессорном подвешивании, в результате чего упругие элементы деформируются на разную величину (передают различные по величине нагрузки), и рама тележки устанавливается с перекосом. Для того чтобы под нагрузкой кузова рама тележки выровнялась (приняла строго горизонтальное положение), а следовательно, выровнялись бы нагрузки на буксы, силы на опорах кузова должны быть различными по величине. Моменты, действующие на раму тележки в продольном и поперечном направлении, составляют соответственно 6880 и 1090 кгс/м.

Опоры кузова расположены несимметрично относительно оси средней колесной пары. Условимся в соответствии с терминологией, принятой в технической документации на электровозы ЧС4 и ЧС4^Г, опоры, расположенные ближе к концам кузова, называть наружными, а расположенные ближе к его середине — внутренними.

Нагрузка от веса кузова, приходящаяся на одну тележку, равна 33 500 кгс. Расстояние от оси средней колесной пары до наружных опор составляет 1350 мм, до внутренних — 650 мм. Таким образом, необходимые для выравнивания рамы тележки нагрузки можно определить из следующих уравнений:

$$\left. \begin{aligned} 1,35P_{\text{н}} - 0,65P_{\text{в}} &= 6880 \text{ кгс/м;} \\ P_{\text{н}} + P_{\text{в}} &= 33\,500 \text{ кгс,} \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где $P_{\text{н}}$ — суммарная нагрузка на наружные опоры, кгс;

$P_{\text{в}}$ — то же на внутренние опоры кгс.

Решая систему (4), найдем $P_n = 14\,300$ кгс; $P_v = 19\,200$ кгс, т. е. нагрузка на внутренние опоры должна быть на 4900 кгс больше, чем на наружные.

Относительно продольной оси рамы тележки опоры расположены симметрично и удалены от нее на расстояние 1050 мм. Воспользовавшись тем же приемом, определим, что для выравнивания рамы тележки в поперечном направлении нагрузка, приходящаяся на опоры, расположенные на левой боковине, должна быть на 1040 кгс больше, чем нагрузка на опорах, расположенных на правой боковине, а абсолютные величины их равны соответственно 17 270 и 16 230 кгс. Таким образом, на всех четырех опорах будут разные по величине нагрузки: $P_{n.п}$ — на наружной правой опоре; $P_{n.л}$ — на наружной левой опоре; $P_{v.п}$ — на внутренней правой опоре; $P_{v.л}$ — на внутренней левой опоре. Тогда можно записать:

$$P_{n.п} + P_{n.л} = 14\,300 \text{ кгс}; \quad (5)$$

$$P_{v.п} + P_{v.л} = 19\,200 \text{ кгс}; \quad (6)$$

$$P_{n.п} + P_{v.п} = 17\,270 \text{ кгс}; \quad (7)$$

$$P_{n.л} + P_{v.л} = 16\,230 \text{ кгс}. \quad (8)$$

Нетрудно усмотреть, что решение четырех уравнений с четырьмя неизвестными является не однозначным (имеет множество корней), так как она сводится к двум тождественным выражениям. Например, вычитая из уравнений (7) и (6) соответственно уравнения (5) и (8), получим одно и то же выражение: $P_{v.п} - P_{n.л} = 2970$ кгс, т. е. приходим к одному уравнению с двумя неизвестными. Отсюда следует, что, задаваясь любым значением нагрузок на какую-либо опору, которое отвечало бы требованию $14\,300 \text{ кгс} \geq P_i \geq 0$ (нагрузка не может быть больше минимального значения суммарной нагрузки на две смежные опоры или отрицательной), из уравнений (5) — (8) найдем комбинацию нагрузок на других трех опорах, при которой рама тележки будет сохранять горизонтальное положение. К примеру, положим $P_{n.п} = 0$. Тогда, для сохранения горизонтального положения рамы тележки должно быть $P_{n.л} = 14\,300$ кгс, $P_{v.п} = 17\,270$ кгс и $P_{v.л} = 1040$ кгс. Такой «произвол» в выборе нагрузки на опоры недопустим по трем причинам: во-первых, перегруженные пружины будут работать в зоне напряжений, опасных по условию их прочности; во-вторых, повышенная сосредоточенная нагрузка изменит напряженное состояние рамы тележки, что снизит ее запас по усталостной прочности; в-третьих, значительная разница в нагрузках на смежные в поперечном направлении опоры (например, $P_{v.п}$ и $P_{v.л}$), как показал эксперимент, отрицательно сказывается на спокойствии хода электровоза в горизонтальной плоскости. Поэтому необходима установка допусков на регулировку. Так как окончательной целью регулировки является поколесная развеска электровоза, допуски на регулировку надо увязать с допусками на развеску.

При заводской регулировке на локомотивных весах разница между нагрузками от левого и правого колес одной колесной пары не должна превышать 500 кгс. Нагрузка от колеса на рельс складывается из на-

грузки на буксу от подрессоренных масс электровоза и нагрузки от мертвых масс, приходящихся на колесо.

В силу перечисленных выше несимметрий в конструкции экипажной части, а также в результате смещения Δ центра тяжести кузова относительно его продольной оси установка колесных давлений с указанным допуском без дополнительной регулировки может быть невыполнимой.

Величина 1500 кгс при перегрузке колес одной стороны тележки есть предел, при котором теоретически еще возможно выдержать указанную выше норму для разницы в давлениях от левого и правого колес одной колесной пары. Превышение этой нагрузки потребует специальной регулировки, которая обеспечила бы соответствующее перераспределение сил по колесам. В пределах одной тележки, как мы видим, это сделать невозможно, так как невозможно регулировкой рессорного подвешивания изменить положение центров тяжести. По той же причине снизить перегрузку от правых колес первой тележки можно только, передав часть ее на правые же колеса второй тележки.

Технология регулировки опор кузова заключается в том, что опорную чашку (см. § 5) регулировочным болтом фиксируют в том или ином положении по вертикали. Чем ниже опущена чашка (чем больше ввернут регулировочный болт), тем больше сжат комплект пружин и, следовательно, большее усилие передается опорой. Следовательно, для того, чтобы перераспределить избыточный вес с правых колес первой тележки на правые колеса второй тележки, необходимо вывернуть на соответствующую величину регулировочные болты на правых опорах первой и левых опорах второй тележки, а на левых опорах первой и правых опорах второй тележки затянуть их на ту же величину.

В результате этих действий нагрузка на левые опоры первой тележки и правые опоры второй тележки увеличивается. Из условия равновесия рам тележек в продольном направлении, как было показано раньше, равномерно распределить избыточную нагрузку между наружной и внутренней опорами невозможно. Таким образом, наиболее перегруженными становятся левая внутренняя опора на первой тележке и правая внутренняя опора на второй тележке. По мотивам, изложенным выше, этот перегруз (разница в нагрузках на смежные внутренние или наружные опоры) ограничен величиной 1600 кгс.

Величины приведенных допусков (500 и 1600 кгс) свидетельствуют о том, что они могут быть выдержаны только до определенных значений величины Δ . Поэтому в тех случаях, когда момент от смещения центра тяжести кузова относительно его продольной оси симметрии велик, в кузов на разгруженную этим моментом сторону укладывают балласт.

Балластировку производит завод-изготовитель при развеске локомотива на весах после сборки. Вес балласта, нагрузку от каждого колеса, вертикальные зазоры между буксами и рамами тележек, между рамами тележек и кузовом, а также высоту регулировочного болта на каждой опоре, замеренную от крышки до нижней грани его

головки (рис. 55 и 24), полученные после заводской регулировки, заносят в протокол испытаний. Последний является документом, входящим в технический паспорт электровоза и находится в депо приписки.

Смещение центра тяжести кузова в поперечном направлении объясняется несимметричным расположением главного трансформатора, а разброс по величине — технологическими факторами, сопровождающими процесс сварки рамы, и отклонениями в весе отдельных ее деталей и весе оборудования. Кроме того, могут быть отклонения и в величине смещения центра тяжести поддрессоренных элементов тележки. Поэтому развеску следует считать индивидуальной для каждого электровоза, в связи с чем контроль за ее состоянием в эксплуатации (без локомотивных весов) может осуществляться только с помощью сведений, помещенных в протоколе испытаний, т. е. по вертикальным зазорам между кузовом и рамами тележек, а также между рамами тележек и буксами.

В тех случаях, когда возникает необходимость проверки развески, электровоз устанавливают на прямом горизонтальном пути. Вертикальная жесткость этого пути должна быть достаточной для того, чтобы под нагрузкой от локомотива он выдержал предъявленные к нему выше требования, в противном случае в результатах обмеров могут появиться погрешности, что в значительной степени затруднит оценку развески.

На величину зазоров, а следовательно, и на развеску (при сохранении положения регулировочных болтов и гаек) в эксплуатации могут повлиять: неравномерный прокат колес; потеря упругих характеристик элементами рессорного подвешивания (просадка пружин); излом пружин; излом или повреждение элементов рессорного подвешивания, влияющих на величину сжатия пружин под нагрузкой (из-

лом регулировочного болта, заедание стакана опоры кузова в направляющей втулке и т. п.). Кроме того, нарушение развески может быть следствием неравномерной загрузки песка по бункерам и отсутствия смазки. Поэтому перед постановкой локомотива под обмер рекомендуется полностью высыпать песок из бункеров либо заполнить их до верхних контрольных отметок, а также смазать все узлы трения (рис. 56). Первый вариант является более предпочтительным, так как в прото-

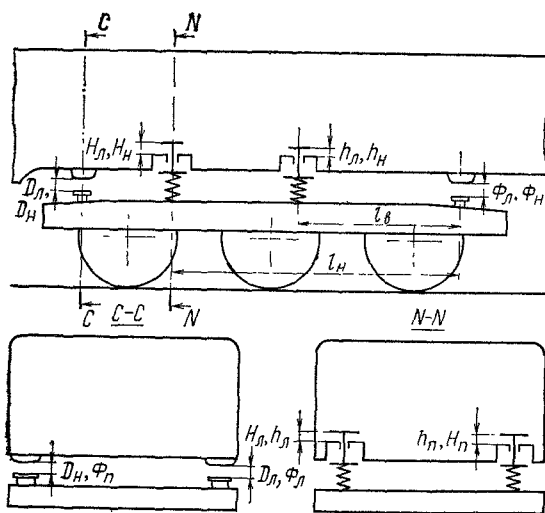


Рис. 55 Схема снятия размеров для определения нагрузок на боковые опоры

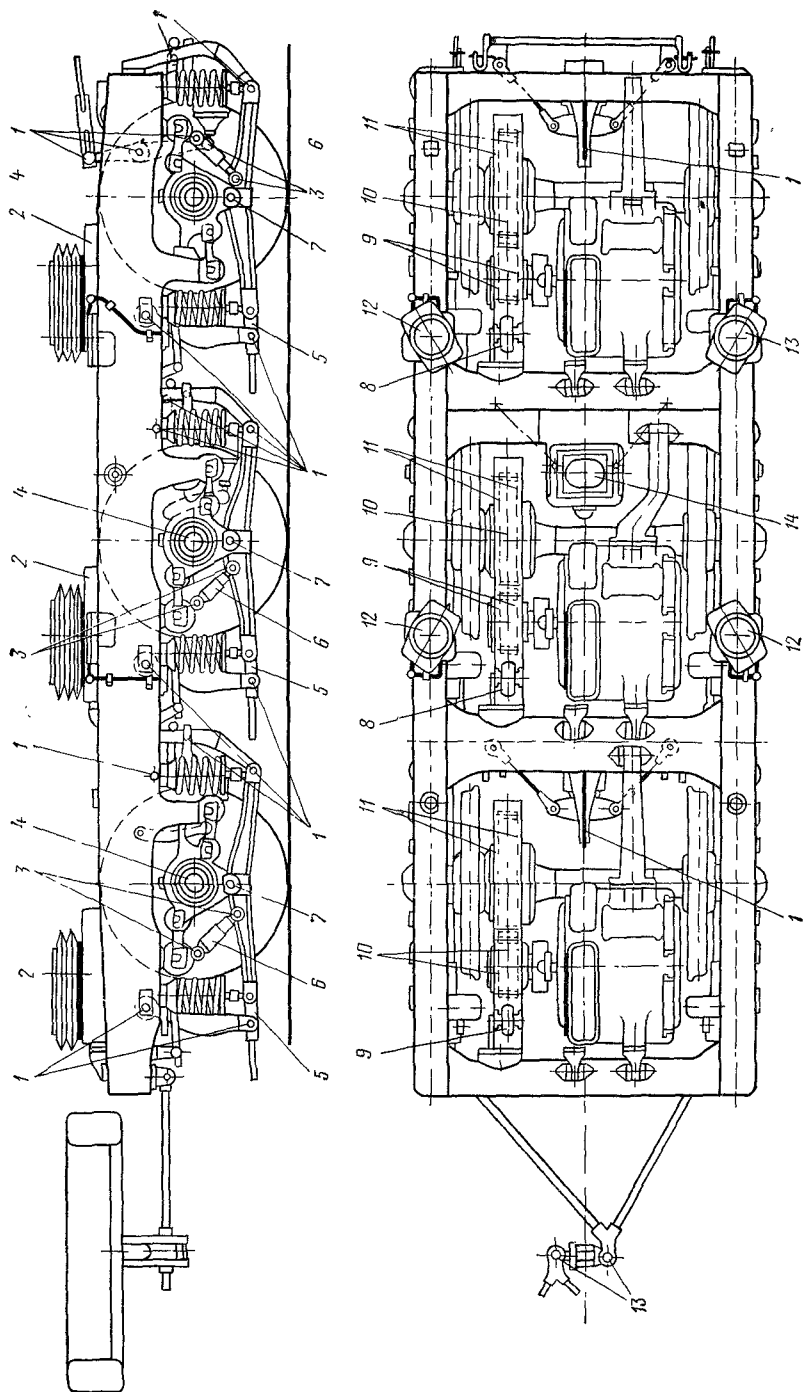


Рис. 56 Точки смазки тележки электровоза

коле испытаний приводятся данные регулировки электровоза без песка.

Влияние неравномерности проката колес выясняется непосредственно обмером их диаметров по кругу катания. Исправность узлов буксового подвешивания устанавливается визуальным освидетельствованием. После проверки по горизонтальным зазорам (см. § 7) соосности кузова и тележек в плане производят замер вышеуказанных вертикальных зазоров и сопоставляют их с данными протокола испытаний.

Если при этом окажется, что разница между эксплуатационными зазорами и зазорами, полученными при заводской регулировке, не превышает величины 1,5 — 2 мм, состояние рессорного подвешивания считается хорошим, т. е. обеспечивающим развеску в эксплуатационных допусках. Если эта разница будет больше 4 — 5 мм, требуется регулировка. Прежде чем приступать к регулировке, необходимо постараться выяснить причину, которая привела к изменению зазоров.

При этом следует иметь в виду следующее.

При изломе или просадке одной из пружин кузов получит крен в поперечном и продольном направлениях в сторону дефектной пружины. Поэтому сумма вертикальных зазоров между кузовом и тележкой, над которой находится дефектная опора, будет меньше суммы зазоров, установленных при заводской регулировке. Кроме того, в поперечном направлении со стороны дефектной опоры зазоры будут отличаться от заводских на большую величину, чем с противоположной. Зазор между рамой тележки и буксой, расположенной вблизи дефектной опоры, увеличится.

В случае просадки пружины первой (буксовой) ступени подвешивания зазора между рамой тележки и буксой, в узле которой находится дефектная пружина, уменьшится, а подбуксовый балансир встанет с перекосом. При этом конец балансира, в котором закреплена пружина, потерявшая свою первоначальную характеристику, будет выше другого. Сумма вертикальных зазоров между кузовом и тележкой, в которой находится дефектная пружина, в этом случае практически не изменится. Если узел, неисправность которого оказывает влияние на развеску, удастся определить, его демонтируют. Пружины подвергают испытанию на контрольную нагрузку (см. § 9). Если пружина, получившая просадку, не выходит за пределы допуска по высоте под контрольной нагрузкой, а прутки ее не имеют дефектов, то она может быть оставлена для дальнейшей эксплуатации. Разница в ее высоте за счет просадки должна быть компенсирована изменением положения регулировочной детали. В случае замены пружины положение регулировочных деталей после сборки должно соответствовать их положению при заводской регулировке.

После регулировки электровоз следует прокатить, вновь установить на тот же участок и повторить обмер зазоров. Если при этом окажется, что они отличаются от зазоров, зафиксированных в протоколе испытаний, не более чем на 2 мм, локомотив выдают в эксплуатацию.

Наиболее сложной является регулировка, которая производится после ремонтных работ, связанных со сменой агрегатов и разборкой экипажа (элементов рессорного подвешивания), т. е. в тех случаях, когда могут быть изменены положения центров тяжести тележек и кузова. В данном случае материалы, приведенные в протоколе испытаний, могут использоваться только как ориентировочные, так как зазоры, полученные при заводской регулировке, теперь могут не соответствовать оптимальному распределению веса локомотива по колесам.

При монтаже системы рессорного подвешивания после указанного вида ремонта необходимо следить за тем, чтобы каждая тележка и опоры кузова, приходящиеся на одну тележку, комплектовались пружинами одной группы (см. § 5).

Рекомендуется следующая последовательность регулировочных операций:

до опускания кузова на тележки предварительно установить регулировочные болты и гайки. Высота регулировочных болтов (см. рис. 24) наружных опор кузова (измеряется от нижней грани головки болта до крышки опоры) должна быть 51 мм, внутренних опор — 38 мм;

опустить кузов на тележки, стопорные планки, заклинивающие пружины первой ступени рессорного подвешивания (см. § 9), снять и проверить зазоры по ограничительным упорам между кузовом и рамами тележек (см. рис. 55) и зазоры между рамами тележек и буксами. Первые должны быть в пределах 45 ± 5 мм, вторые — 35^{+10}_0 мм;

если при обмере окажется, что зазоры между кузовом и тележкой отличаются друг от друга незначительно, но по абсолютной величине меньше 40 мм (больше 50 мм), то все регулировочные болты следует затянуть (вывернуть) на одну и ту же величину, приподняв (опустив) таким образом кузов над тележкой.

Аналогично поступают при установке зазоров между буксами и рамой тележки в пределах допуска.

Нагрузка на колесо пропорциональна деформации пружин буксового подвешивания. Эта зависимость между силой и деформацией справедлива и для нагрузки на опору кузова. Указанное обстоятельство используется в оценке развески электровоза и из него вытекают последующие операции по развеске.

Если зазор между буксой и рамой тележки меньше нормы и деформации пружин в данном буксовом узле тоже меньше, чем в остальных, то регулировочные гайки необходимо подтянуть. Если же указанный зазор меньше нормы, а пружины сжаты больше, чем в остальных буксовых узлах тележки, регулировку производят во второй ступени подвешивания, т. е. разгружают опоры, расположенную вблизи этого буксового узла.

Контроль за нагрузками на опоры при регулировке осуществляется по вертикальным зазорам между кузовом и тележкой и положению регулировочных болтов.

Избыточная нагрузка на внутренние опоры определится из выражения

$$\Delta Q = \mathcal{K}_{\Pi} \{[(D_{\text{л}} + D_{\text{п}}) - (\Phi_{\text{л}} + \Phi_{\text{п}})] - [(h_{\text{л}} + h_{\text{п}}) - (H_{\text{л}} + H_{\text{п}})]\}, \quad (9)$$

где $H_{\text{л}}$ — высота головки болта (расстояние от нижней грани головки болта до крышки опоры) на наружной левой опоре;

$H_{\text{п}}$ — то же на правой опоре;

$h_{\text{л}}$ — то же на внутренней левой опоре;

$h_{\text{п}}$ — то же на правой опоре;

$D_{\text{л}}, D_{\text{п}}$ — зазоры между рамой тележки и главной рамой кузова
 $\Phi_{\text{л}}, \Phi_{\text{п}}$ — (см. рис. 55) соответственно с левой и правой стороны;

$\mathcal{K}_{\Pi}$ — жесткость комплекта пружин опоры кузова.

Из выражения (9):

нагрузка на наружные опоры

$$2H = \frac{Q - \Delta Q}{2};$$

нагрузка на внутренние опоры

$$2P_{\text{в}} = 2H + \Delta Q;$$

перегруз правой наружной опоры

$$P_{\text{н}} = \mathcal{K} [(H_{\text{п}} + H_{\text{л}}) - (D_{\text{п}} - D_{\text{л}})];$$

нагрузка на наружную левую опору

$$G_{\text{л}} = \frac{1}{2} (2P_{\text{н}} - \Delta P_{\text{в}});$$

нагрузка на наружную правую опору

$$G_{\text{п}} = G_{\text{л}} + \Delta P_{\text{н}};$$

перегруз правой внутренней опоры

$$\Delta P_{\text{в}} = \mathcal{K} [(h_{\text{п}} - h_{\text{л}}) - (\Phi_{\text{п}} - \Phi_{\text{л}})];$$

нагрузка на левую внутреннюю опору

$$P_{\text{л}} = \frac{1}{2} (2P_{\text{в}} - \Delta P_{\text{в}});$$

нагрузка на правую внутреннюю опору

$$P_{\text{п}} = P_{\text{л}} + \Delta P_{\text{в}},$$

где Q — половина массы кузова.

В случае значительных отклонений от параллельности горизонтальных плоскостей главной рамы и рамы тележек зазоры D и Φ приводят к зазорам в районе опор. Зазор у наружной пружины будет

$$A = D_{\text{п}} \frac{l_{\text{н}}}{L} + \left(1 - \frac{l_{\text{н}}}{L}\right) \Phi_{\text{п}};$$

то же у внутренней опоры

$$B = D_{\text{п}} \frac{l_{\text{в}}}{L} + \left(1 - \frac{l_{\text{в}}}{L}\right) \Phi_{\text{п}},$$

где L — расстояние между ограничительными упорами;

$l_{\text{н}}$ — расстояние от внутреннего ограничительного упора до наружной опоры кузова;

$l_{\text{в}}$ — расстояние от внутреннего ограничительного упора до внутренней опоры кузова.

После регулировки электровоз прокатывают, затем устанавливают на специально подготовленный участок (см. выше) и производят контрольный обмер.

РАСПОЛОЖЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ И СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

§ 14. РАСПОЛОЖЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ

На электровозах ЧС4 и ЧС4^т использовано одноименное оборудование, компонованное в основном одинаково. Поэтому достаточно рассмотреть расположение оборудования на электровозах ЧС4 и указать отличия, касающиеся электровозов ЧС4^т.

Электрическое и пневматическое оборудование установлено в кузове, под кузовом, на крыше и в кабинах машиниста (рис. 57).

Кабины машиниста расположены по концам кузова и отделены от машинного помещения промежуточными стенами. Вход в кабины осуществляется из поперечного коридора машинного помещения через дверь, расположенную примерно в середине промежуточной стены. Обе кабины оборудованы одинаковыми пультами управления электровозом, контрольными, вспомогательными и сигнальными приборами и аппаратами. Стены, потолок и пол кабин имеют звуко- и теплоизоляционные прокладки из полиуретана. Потолок и панели стен облицованы декоративным пластиком, пол покрыт полихлорвиниловым линолеумом. Окраска облицовочных материалов, как и всей аппаратуры и оборудования электровоза, выполнена в соответствии с действующими в Советском Союзе санитарными нормами.

В верхней части каждой кабины над лобовыми окнами расположен короб с осветительным прожектором. Прожектор оснащен специальным поляризационным стеклом, предотвращающим слепящее действие светового луча на находящихся перед электровозом людей. На электровозах ЧС4 прожекторы имеют металлические рефлекторы, а на электровозах ЧС4^т — зеркальные отражатели. Смену ламп и регулировку направления светового луча прожекторов можно производить из кабин машиниста. Доступ к лампам в буферных и сигнальных фонарях, размещенных на лобовых стенах кузова, возможен снаружи электровоза. На электровозах ЧС4 в коробе прожектора имеются вентиляционные проходы для забора воздуха в кабины машиниста; там же установлены тифоны. На электровозах ЧС4^т, оборудованных системой кондиционирования воздуха в кабинах машиниста, вентиляционных проходов нет, а тифоны перенесены на крышу электровоза.

Всю переднюю часть кабины занимает пульт управления электровозом, объединяющий пульта машиниста и помощника. На электровозах до ЧС4-062 пульт изготовлен из стеклопластика (ламината) и занимает почти половину кабины по длине. В целях увеличения свободной площади в кабине на электровозах последующих выпусков

установлены новые пульты (рис. 58) с меньшими габаритными размерами (отметим также, что эти пульты изготовлены из металла). На новых пультах использовано большее количество сигнальных ламп и несколько изменено расположение кулачковых переключателей; на пультах электровозов ЧС4^т, кроме того, установлены приборы и аппараты, относящиеся к цепям реостатного тормоза. В верхней части пульта размещено девять электроизмерительных приборов 19 и четыре манометра 25. Они прикреплены к каркасу пульта и закрыты тремя металлическими декоративными рамками 18, на которых имеются таблички с указанием назначения приборов.

Приборы расположены в такой последовательности (слева направо): вольтметр 0—100 В, показывающий напряжение в цепи электропневматического тормоза;

вольтметр 0 — 100 В, показывающий напряжение аккумуляторной батареи;

амперметр 60 —0—60 А для контроля за режимом работы аккумуляторной батареи;

амперметр 0 — 100 А для контроля величины тока зарядного агрегата аккумуляторной батареи,

вольтметр 0—30 000 В, показывающий напряжение в контактном проводе;

указатель позиций высоковольтного переключателя ступеней тягового трансформатора;

вольтметр 0—1 000 В, показывающий напряжение на коллекторах тяговых двигателей;

два амперметра 0—2000 А для контроля величины тока тяговых двигателей I и VI;

три манометра 0 — 10 кгс/см² для контроля давления воздуха в тормозной магистрали, тормозных цилиндрах и уравнительном резервуаре;

манометр 0 — 15 кгс/см² для контроля давления воздуха в главных резервуарах.

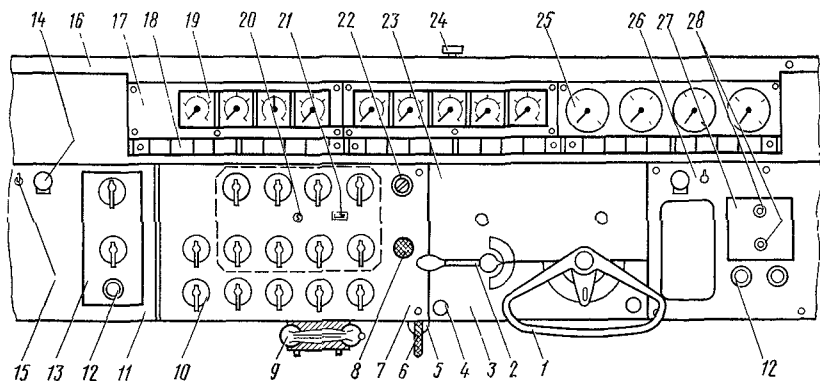


Рис. 58. Расположение приборов управления, контроля и сигнализации на пульте управления электровозом ЧС4

Шкалы приборов подсвечиваются лампами, скрытыми за козырьком 16, причем яркость подсветки можно регулировать ручкой 24, связанной с установленным внутри пульта балластным резистором. Ниже приборов на пульте закреплены три табло с сигнальными лампами 17. На левом табло установлены следующие сигнальные лампы слева направо: «Песок», «Вспомогательный мотор-компрессор», «Реле безопасности», «Вентиляция машинного помещения», «Перегрев трансформаторного масла», «Газовое реле», «Земля в тяговых цепях», «Защита (блок защит 850)»; на центральном табло — «Повреждение выпрямительной установки вспомогательных машин», «Пробой одного вентиля в тяговой выпрямительной установке», «Промежуточное положение ПС», «Нулевая позиция ПС», «Пробой двух вентиля в тяговой выпрямительной установке», «Мотор-насосы», «Мотор-вентиляторы сглаживающих реакторов, резисторов ослабления поля и маслоохладителей тягового трансформатора», «Мотор-вентиляторы выпрямительных установок»; на правом табло — «Мотор-вентиляторы тяговых двигателей», «Фильтрация масла», «Земля во вспомогательных цепях», «Смазка компрессора № 1», «Смазка компрессора № 2», «Торможение», «Перекрышка», «Отпуск тормозов».

На электровозах до ЧС4—062 нет сигнальных ламп «Фильтрация масла» и «Земля во вспомогательных цепях», а сигнализация о работе мотор-вентиляторов тягового оборудования осуществляется одной лампой «Мотор-вентиляторы», установленной на центральном табло (крайняя справа). Лампы «Смазка компрессора» установлены на электровозах с ЧС4-162.

Измерительные приборы и сигнальные лампы расположены таким образом, что наблюдения за ними не мешают локомотивной бригаде следить за сигналами светофоров и состоянием пути.

На пульте со стороны машиниста находится штурвал контроллера 1 и реверсивная рукоятка 2. Доступ внутрь контроллера обеспечивается после снятия металлических панелей 3, крепящихся к каркасу пульта винтами 4 с фасонными головками. На расположенной рядом откидной панели 7 установлены указатель 22 положения главного выключателя, кнопка 8 «Выкл. ГВ» и четырнадцать кулачковых переключателей 10. В первом (нижнем) ряду размещены следующие переключатели (слева направо): «Контроль сигнальных ламп», «Буферный фонарь левый», «Буферный фонарь правый», «Прожектор», «Освещение кабины и приборов»; в среднем ряду — «Ручное управление переключателем ступеней», «Вентиляторы», «Компрессор № 2», «Пантограф № 2», «Вспомогательный мотор-компрессор и песок»; в верхнем ряду — «Электропневматический тормоз», «Компрессор № 1», «Пантограф № 1», «Выключатели управления и включение ГВ». Переключатели верхнего и среднего рядов (за исключением переключателя «Ручного управления ПС») механически блокируются замком 20 с указателем его положения 21.

Со стороны места помощника машиниста на отдельной панели 13 установлены переключатели 10 и кнопка 12, предназначенные для включения и контроля АЛСН. На пульте имеются лампы 14 для освещения документов с выключателями 15. Со стороны машиниста

напротив лампы подсветки в пульте имеется углубление, предназначенное для размещения расписания движения. Справа от машиниста на пульте расположены две кнопки: «Отпуск ЭПТ» и «Водоотвод главных резервуаров» (начиная с ЧС4-212), а на отдельной панели 27 кнопки 28 звуковых сигналов.

В средней части пульта на вертикальной стенке установлены рукоятка бдительности 5, аппарат поездной радиосвязи 9, а на электровозах с ЧС4-162 — ручка 6 аварийного выключателя «Стоп».

Краны управления электропневматическими тормозами размещены справа от машиниста; там же находится регистрирующий скоростемер типа СЛ2М. Колонка ручного тормоза на электровозах ЧС4 установлена под пультом со стороны помощника машиниста (на электровозах до ЧС4-062 она закрывается откидной крышкой пульта). На электровозах ЧС4^т колонка ручного тормоза смонтирована на задней стене кабины за креслом машиниста.

На задних стенах кабин электровозов ЧС4 расположены также выключатели и переключатели, не требующие периодического воздействия со стороны машиниста во время поездки. Переключающие аппараты, выполняющие одинаковые функции (включенные в схеме параллельно), продублированы в обеих кабинах. К ним относятся: выключатели отопления поезда от электровоза 416 (417 — во второй кабине) с указателями положения контактора отопления 431 (432), выключатели цепей отопления в кабине 256, 265, 286, 287 (255, 264, 316, 319) с принадлежащими этим цепям АЗВ 276 — 280 (300 — 304), переключатели радиостанции 434 (433), выключатели освещения 606, 607 (635, 636), АЗВ цепей освещения 601 — 605 (627 — 629), розеток 220 В переменного тока 274 (296), вентиляторов кабин 275 (298), цепей управления электровозом 336, 348 (337).

Переключатели и АЗВ, не имеющие дублирования, размещены поровну в обеих кабинах. В первой кабине за креслом машиниста установлены переключатели с АЗВ электропневматического тормоза и следующие АЗВ: 359, 395, 405, 407, 408, 600, 800, 813, 817, 830. Там же смонтирован блок защит 850, а на электровозах до ЧС4-160 включительно — блок 150. Во второй кабине за креслом машиниста установлены выключатели аккумуляторной батареи 801 с переключателем 807 числа элементов аккумуляторной батареи и следующие АЗВ: 272, 273, 294, 297, 305, 321, 355, 409 — 411, 455, 535, 823, 824. За местом помощника машиниста во второй кабине размещены также умывальник с горячей и холодной водой и электроплитка для подогрева пищи.

На электровозах ЧС4^т все аппараты и оборудование с задних стен кабин перенесены в поперечные коридоры электровоза.

Для отопления кабин на электровозах ЧС4 используются калориферы, а на электровозах ЧС4^т система кондиционирования воздуха. Кроме того, в пультах под ногами машиниста и помощника установлены электрические печи. На электровозах ЧС4 там же находятся калориферы, которые в зимний период обогревают лобовые окна, не допуская их замерзания. В окнах с помощью профильной резины закреплены специальные безосколочные стекла, не пропускающие тепловые лучи. В нижней части окон смонтированы стеклоочистители

с пневматическим приводом. Снаружи окна могут омываться потоком воды из бака, расположенного над пультом управления электровозом.

В кабине имеются три мягких сиденья (одно откидное). Сиденье машиниста можно регулировать по высоте и в горизонтальной плоскости. Это позволяет машинисту управлять электровозом как сидя, так и стоя. Угол обзора по вертикали, определяемый положением сиденья машиниста и высотой нижнего обреза окна, выбран таким, чтобы наблюдение за железнодорожным полотном при высоких скоростях движения не утомляло локомотивную бригаду. Достигается это тем, что ближайшая видимая точка впереди лежащего участка пути удалена от наблюдателя на 10 — 15 м. Боковые окна открывающиеся, что дает возможность локомотивной бригаде следить за составом при движении и создает удобства при маневрах, причем под боковым окном со стороны машиниста находится кнопочный маневровый контроллер.

К потолку кабин с помощью телескопических стоек прикреплены светофильтры. Для изоляции от шума кабины отделены от кузова резиновыми элементами.

За каждой кабиной находятся поперечные проходы, на противоположных концах которых расположены входные двери электровоза. В проходе за первой кабиной установлены шкаф с контакторами и реле, системы обнаружения неисправностей в низковольтных цепях («БОН» — на электровозах ЧС4 или «ПУМ—Шкода» — на электровозах ЧС4^т), счетчик электроэнергии, реле управления, переключатели радиостанции и автостопа, фильтр локомотивной сигнализации. В поперечном коридоре за второй кабиной смонтированы пневматические аппараты, вспомогательный мотор-компрессор и зарядное устройство аккумуляторной батареи с блоком управления. Там же расположены холодильник и санитарный узел. На электровозах начиная с ЧС4—162 холодильник установлен в первой кабине машиниста на месте блока 150.

Из поперечных проходов две двери ведут в машинное помещение. Расположение оборудования в машинных помещениях электровозов ЧС4 и ЧС4^т выполнено по блочному принципу. Электрическая аппаратура высоковольтных цепей размещена частично в высоковольтной камере (ВВК) электровоза, частично в отдельных шкафах, оснащенных блокировками безопасности. Выдержан принцип симметрии — над каждой тележкой установлено оборудование, относящееся к тяговым двигателям этой тележки.

В машинных отделениях электровозов находятся полупроводниковые преобразовательные установки с аппаратурой их защиты, сглаживающие реакторы тяговых двигателей и вспомогательных машин, резисторы ослабления поля тяговых двигателей, вспомогательные электродвигатели и шкафы с высоковольтной аппаратурой: реверсоры, переключатели $X-O$ (на электровозах ЧС4) или $X-T$ (на электровозах ЧС4^т), контакторы ослабления поля тяговых двигателей, реле перегрузки и др.

Вдоль боковых стен кузова электровоза через машинное помещение проходят два коридора. Из одного коридора при обесточенных силовых

цепях и опущенных токоприемниках через сетчатые двери с блокировками безопасности можно войти в находящуюся в средней части кузова ВВК, где размещены блок тягового трансформатора с высоковольтным переключателем ступеней, масляные насосы с электродвигателями, газовое реле тягового трансформатора и резисторы в цепи реле защиты высоковольтного оборудования от замыкания на землю и другие аппараты, связанные с тяговым трансформатором.

Тяговый трансформатор установлен таким образом, что его дно находится приблизительно на полметра ниже уровня пола кузова электровоза. На электровозах начиная с ЧС4-054 над трансформатором устанавливают лестницу для выхода на крышу электровоза. На электровозах до ЧС4-054 для подъема на крышу служили ступеньки, сделанные в кузове снаружи электровоза рядом с выходными дверями.

Силовые кабели уложены над полом машинного помещения, шины — в верхней части кузова, а низковольтные провода в пучках проложены вдоль коридоров и введены в общую коробку зажимов с помощью штепсельных разъемов.

Под кузовом электровоза расположены аккумуляторная батарея, розетки для подзарядки батареи, розетки для подключения переносных ламп, светильники для освещения ходовых частей, приемные катушки локомотивной сигнализации, штеккер устройства для подсоединения цепей отопления поезда от электровоза; а на электровозах ЧС4^т, кроме того, — устройство для ввода электровоза в депо от источника постоянного тока и устройство для питания вспомогательных машин от постороннего источника переменного напряжения (последние на электровозах ЧС4^т установлены в машинном помещении). С каждой стороны электровоза на трех шейках колесных пар (на 1, 2 и 5-й с левой стороны и на 2, 5 и 6-й с правой) установлены устройства для отвода тока в рельсы. На обеих шейках 3-й и 4-й колесных пар смонтированы датчики тормозного рефьюлятора Дако.

На крыше находятся токоприемники, главный выключатель, блок разъединителя токоприемников с заземлителем, высоковольтный разрядник, главные резервуары, антенна радиостанции, проходной изолятор для ввода антенны, змеевики компрессоров (начиная с ЧС4-162), а на электровозах ЧС4^т также тифоны. Для прохода по крыше с двух сторон установлены мостки. Рядом с ними находятся восемь люков песочных бункеров. Сами бункера размещены вдоль боковых стен кузова, причем каждый бункер оборудован застекленными окнами, через которые из кузова электровоза можно контролировать наличие песка.

Для удобства монтажа и демонтажа оборудования крыша электровоза разделена на отдельные съемные секции с резиновыми уплотнителями.

Все блоки аппаратов и машин, расположенные на электровозах, выполнены съемными. Демонтаж оборудования не требует снятия соседних аппаратов и машин. Исключение составляют переключатель ступеней, сглаживающие реакторы, маслоохладители и резисторы ослабления поля тяговых двигателей (а на электровозах ЧС4^т также

мотор-компрессоры; на электровозах ЧС4^т демонтаж мотор-компрессоров производится через люк в боковой стене кузова электровоза).

В процессе эксплуатации электровозов необходимо систематически следить за состоянием крепления оборудования, ослабнувшие крепления своевременно подтягивать.

§ 15. СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ

Для охлаждения электрического оборудования на электровозах ЧС4 и ЧС4^т использованы системы принудительной вентиляции.

Оборудование для охлаждения электровоза ЧС4 состоит из систем: охлаждения выпрямительных установок; тяговых двигателей; тягового трансформатора, сглаживающих реакторов и резисторов ослабления поля тяговых двигателей. Независимые воздушные потоки направлены сверху вниз электровоза (рис. 59, а). Охлаждающий воздух осевыми вентиляторами 1, 4 и 5 засасывается через воздухозаборные устройства 3, расположенные в верхней части боковых стен электровоза по всей его длине. С каждой стороны электровоза имеется по 12 рам с Z-образными алюминиевыми жалюзи, под которыми находятся силовые фильтры. Назначение воздухозаборных устройств — очищать охлаждающий воздух от атмосферной влаги, снега и пыли.

Два осевых вентилятора 1 (номинальной производительностью по 2 м³/с каждый) засасывают воздух через выпрямительную установку 2, охладив ее; воздух выбрасывается наружу через люк в полу электровоза. Зимой этот люк закрывают и открывают люк в потолке, благодаря чему создается цикл охлаждения выпрямительной установки.

Охлаждение тяговых двигателей 11 осуществляют осевые вентиляторы 4 номинальной производительностью 4,8 м³/с. Воздух от вентиляторов подается в распределительные каналы 10, изготовленные из тонколистовой стали. Каналы соединены с тяговыми двигателями кожаными мехами. Нагретый воздух выходит в атмосферу через люки, расположенные в верхней части остова тяговых двигателей. На электровозах ЧС4-012 — ЧС4-061 часть потока воздуха, охлаждающего

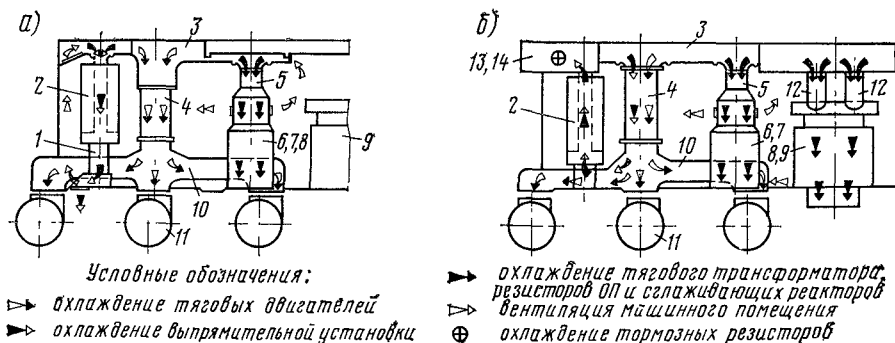


Рис. 59. Схемы вентиляции электровоза ЧС4 (а) и ЧС4^т (б). (Изображена одна половина электровоза)

тяговые двигатели, отводится также к силовым кабелям, проложенным под полом электровоза.

Осевой вентилятор 5 номинальной производительностью 6,5 м³/с подает воздух для охлаждения резисторов 6 ослабления поля тяговых двигателей, сглаживающих реакторов 7 и радиаторов 8 масляного охлаждения тягового трансформатора 9. Выйдя из вентилятора, воздух распределяется на два параллельных потока и выходит в атмосферу через люк в полу электровоза. Кроме того, предусмотрен выброс воздуха в кузов через люки в боковых стенках кожухов, закрывающих резисторы ослабления поля. Зимой эти люки закрыты, а летом их открывают, благодаря чему охлаждается расположенное внутри кузова оборудование и создается избыточное противодавление, препятствующее проникновению запыленного воздуха внутрь электровоза через неплотности кузова.

Система охлаждения оборудования электровоза ЧС4^т (рис. 59, б), отличается от применяемой на электровозах ЧС4. Отличие это обусловлено иным конструктивным решением системы охлаждения тягового оборудования и, кроме того, наличием оборудования реостатного тормоза с самостоятельной системой охлаждения. На электровозе ЧС4^т имеется четыре независимых системы охлаждения: тяговых двигателей и полупроводниковых преобразовательных установок; тягового трансформатора; сглаживающих реакторов и резисторов ослабления поля тяговых двигателей; тормозных резисторов.

Как и на электровозах ЧС4, забор охлаждающего воздуха вентиляторами электровоза ЧС4^т производится в верхней подкрышевой части кузова, также разделенной на несколько отсеков 3. В двух крайних отсеках над поперечными коридорами электровоза расположены блоки тормозных резисторов 13 с предназначенными для их охлаждения мотор-вентиляторами 14. Охлаждающий воздух засасывается через боковые горизонтально расположенные жалюзи (без фильтров) и, пройдя элементы резисторов, отводится через такие же жалюзи на противоположной стороне электровоза. Выброс воздуха из отсека с тормозными резисторами осуществляется под углом к горизонтальной плоскости: вверх — для исключения возможности попадания горячего воздуха на людей, находящихся на пассажирских платформах.

Для охлаждения тягового оборудования воздух засасывается из отсеков, расположенных над машинным помещением. Через радиаторы 8 масляного охлаждения тягового трансформатора 9 воздух прогоняется двумя осевыми вентиляторами 12, номинальной производительностью по 2 м³/с каждый. Охлаждение резисторов 6 ослабления поля тяговых двигателей и сглаживающих реакторов 7 осуществляется осевым вентилятором 5 номинальной производительностью 6,5 м³/с. Охлаждение тяговых двигателей 11 и полупроводниковых преобразовательных установок 2 — общим осевым вентилятором 4 повышенной производительностью 8 м³/с. Нагретый воздух в основном выходит под кузов электровоза, а из полупроводниковых преобразовательных установок (куда он отводится из распределительных каналов 10) воздух выбрасывается в отсек с тормозными резисторами. Как и

на электровозах ЧС4, предусмотрен выброс части воздуха в кузов электровоза.

В связи с уменьшением общей площади жалюзи в системе охлаждения тягового оборудования электровоза ЧС4^т скорость воздушного потока перед фронтом жалюзи увеличилась почти вдвое по сравнению с электровозом ЧС4. Поэтому для обеспечения необходимой эффективности влаго- и пылезадержания на электровозах ЧС4^т установлены лабиринтные жалюзи, имеющие больший коэффициент живого сечения и соответственно меньшие скорости охлаждающего воздуха перед фильтрами.

Для улучшения условий работы подшипников мотор-вентиляторы подвергают динамической балансировке. При установке мотор-вентиляторов после ремонта необходимо соблюдать полярность включения электродвигателей, так как неправильное направление вращения вентиляторов ведет к уменьшению количества охлаждающего воздуха. Правильное направление вращения указано на кожухах вентиляторов. В процессе эксплуатации электровозов необходимо периодически очищать фильтры от пыли и грязи.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СХЕМЫ

§ 16. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Принципы построения электрических схем электровозов ЧС4 и ЧС4^т одинаковы, поэтому большинство узловых схем (почти все низковольтные цепи) идентичны. Существенные отличия имеются лишь в силовых цепях, цепях управления электровозом и во вспомогательных цепях, что обусловлено применением на электровозах ЧС4^т реостатного тормоза и системы стабилизации напряжения питания вспомогательных машин. Поэтому указанные цепи описаны отдельно для электровозов ЧС4 и ЧС4^т. Описание всех остальных узловых схем и их графические изображения на страницах книги выполнены на примере схем электровозов ЧС4 последних выпусков, т. е. начиная с ЧС4-162. В тех случаях, когда эти схемы не полностью совпадают со схемами электровозов ЧС4^т (или ЧС4 до № 160 включительно), в тексте книги приведены соответствующие пояснения.

Принцип единообразия в основном сохранен и в обозначениях по схемам электровозов: аппараты и оборудование, выполняющие аналогичные функции, обозначены одинаковыми номерами (например, главный выключатель на всех электровозах имеет номер 006, тяговый трансформатор — 015, тяговые двигатели 050 — 055 и т. д.). Исключение составляет оборудование, дополнительно установленное на электровозах ЧС4^т, и ряд аппаратов и устройств в системе вспомогательных машин и защиты.

Аппараты и оборудование электровозов обозначены на схемах большими цифрами, провода, шины и кабели — малыми цифрами, контакты реверсоров, контакторов и реле — буквами и цифрами. Нумерация произведена по группам, соответствующим определенным электрическим цепям. Так, для аппаратов и оборудования силовых цепей электровозов выделены номера от 001 до 199. Для аппаратуры вспомогательных цепей, цепей управления токоприемниками и главным выключателем и цепей управления тяговыми двигателями — от 201 до 403; для цепей управления вспомогательными машинами, песочницами и звуковыми сигналами — от 405 до 599; для цепей освещения электровоза — от 600 до 699; для цепей отопления поезда — от 701 до 799; для цепей аккумуляторной батареи, защиты, сигнализации и электроизмерительных приборов — от 800 до 899.

Обозначение проводов, шин и кабелей произведено также в соответствии с цепями, к которым они относятся; при этом номера минусовых проводов всегда оканчиваются на 99, например, 199 — зазем-

ление силовой цепи, 799 — заземление цепи отопления поезда, 499, 999 — корпус в низковольтных цепях.

На приведенных в книге общих схемах низковольтных цепей и ряде других схем (освещения электровоза, управления звуковыми сигналами и т. д.) показаны аппараты и провода, относящиеся к первой кабине машиниста. Подобные аппараты и провода, относящиеся ко второй кабине, условно обозначены цифрами в круглых скобках. Например, переключатели для проверки сигнальных ламп в низковольтных цепях электровозов ЧС4 имеют следующее обозначение 483 (484).

При описании схем, общих для электровозов ЧС4 и ЧС4^т, номера аппаратов, оборудования и проводов приведены согласно схемам электровоза ЧС4, а в случаях несовпадения с ними обозначений по схемам электровозов ЧС4 и ЧС4^т последние даны в квадратных скобках. Например, переключатели для проверки сигнальных ламп в низковольтных цепях обозначены по тесту следующим образом: 483 (484) [384 (385)].

Все низковольтные цепи условно разделены на отдельные участки, от граничных точек которых отходят провода в системы отыскания неисправностей (на электровозах ЧС4 это система «БОН», на электровозах ЧС4^т — система «ПУМ — Шкода». На концах отходящих проводов в схемах показаны зажимы с индексами в соответствии с обозначениями, принятыми в указанных системах: цифровыми — в «БОН» и буквенно-цифровыми — в «ПУМ — Шкода».

§ 17. СИЛОВЫЕ ЦЕПИ

Силовые схемы электровозов ЧС4 и ЧС4^т отличаются в основном наличием дополнительных цепей, предназначенных для реостатного тормоза. В тяговом режиме процессы управления силовым оборудованием на обоих типах электровозов практически одинаковы. Поэтому целесообразно подробно рассмотреть силовую схему на примере электровоза ЧС4, а описание схемы электровоза ЧС4^т дать лишь в режиме реостатного торможения.

Питание от контактной сети электровоз получает через токоприемник 001 или 002 (рис. 60 и 61). От токоприемников через помехоподавляющие дроссели 159 (160) [008 (009)], заземляющий разъединитель 003 и главный выключатель (ГВ) 006, расположенные на крыше электровоза, напряжение подается на обмотку 015₁ тягового трансформатора. На крыше находится высоковольтный разрядник 007. С помощью разъединителя 003 можно отключить от силовых цепей и заземлить токоприемники 001 и 002. Главный выключатель защищает оборудование электровоза и в выключенном положении заземляет обмотку тягового трансформатора 015₁ со стороны высоковольтного ввода.

Ввод высокого напряжения в кузов электровоза осуществляется через проходной изолятор 004. Внутри кузова высокое напряжение подводится к выводу D32 [D 25/12] первичной регулируемой обмотки

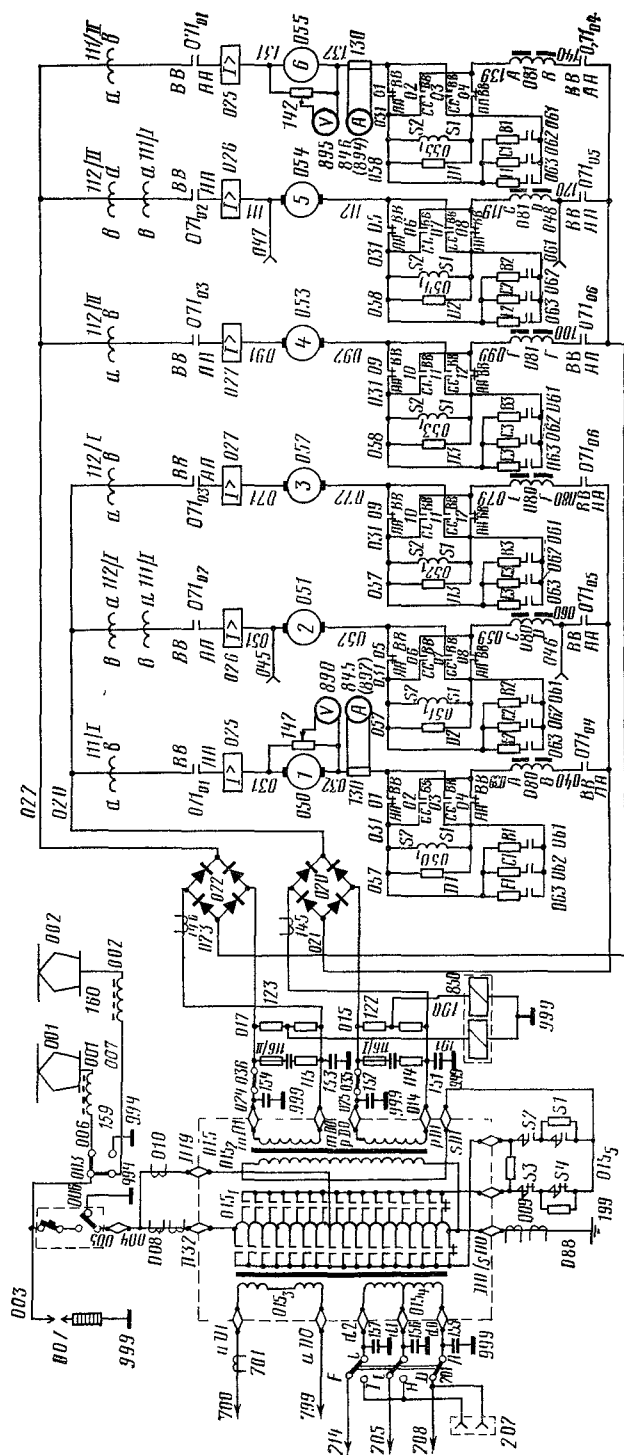


Рис. 60. Схема силовых цепей электровоза ЧС4

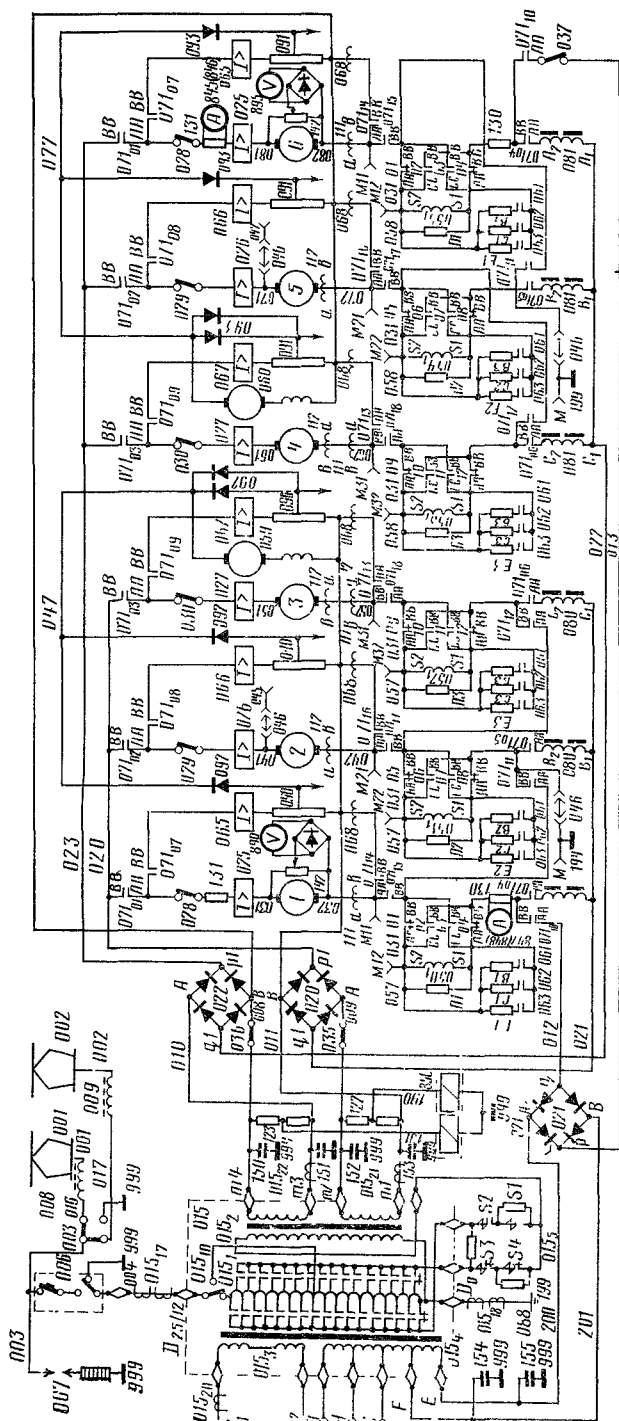


Рис. 61. Схема силовых цепей электровоза ЧС4Т

тягового трансформатора.¹ Другой вывод $DO/sDO [DO]$ соединен с рельсами через заземляющие устройства 088, установленные на четырех колесных парах. Эти устройства создают цепь для отвода тока через колесные пары к рельсам, минуя буксовые подшипники, что предохраняет последние от электрокоррозии.

На высоковольтном и земляном выводах расположены двухобмоточные измерительные трансформаторы тока 008, 009 [015₁₇, 015₁₈], ко вторичным обмоткам которых подключены токовая обмотка счетчика электрической энергии и катушки реле в блоке защит 850 (подробнее о работе измерительных и защитных цепей см. § 26).

На первичной регулируемой обмотке 015₁ тягового трансформатора имеется 33 вывода для регулирования напряжения тяговых двигателей. Первичная нерегулируемая обмотка тягового трансформатора в соответствии с командой, данной контроллером машиниста, подключается на один из выводов регулируемой обмотки переключателем ступеней (ПС) 015₂, состоящим из двух основных частей: заполненного маслом избирателя ступеней и блока из четырех контакторов с дугогашением. Они имеют привод от пневматического двигателя, с которым также связаны блок-контакты ПС 015₇ и 015₁₁, включенные в низковольтные цепи.

Избиратель ступеней осуществляет бестоковое переключение посредством двух лап с коническими роликовыми контактами, которые перемещаются поочередно по медным пластинам, каждая из которых соединена с соответствующим выводом первичной регулируемой обмотки. Эти пластины расположены по двум концентрическим окружностям. Переключение под током производят четыре контактора $S1 — S4$, установленные над масляной ванной ПС. На нулевой позиции ПС (рис. 62, а) лапы избирателя ступеней находятся в исходном положении — замкнуты контакты 1 и 2. В замкнутом положении находятся и силовые контакты контакторов $S1$ и $S2$. Так как на выводе 1 регулируемой обмотки напряжение равно нулю, то и на первичной нерегулируемой обмотке тягового трансформатора напряжения не будет. Набор 1-й позиции осуществляется следующим образом. Пневматический двигатель, связанный с контроллером машиниста, приводит во вращение ПС. В первой фазе (рис. 62, б) происходит размыкание контактора $S1$ и замыкание контактора $S3$. При этом вывод 2 оказывается соединенным с первичной обмоткой через резисторы $R1$ и $R2$, которые ограничивают величину тока, циркулирующего в цепи между соседними выводами регулировочной обмотки.

Во второй фазе (рис. 62, в) под током разомкнется контактор $S2$ и замкнется контактор $S4$. В этом случае первичная обмотка окажется под напряжением вывода 2. Третья фаза (рис. 62, г) является заключительной и осуществляет подготовку следующей позиции ПС (в данном случае 2-й) — нечетная лапа с вывода 1 переходит на вывод 3.

¹ В специальном случае, когда напряжение контактной сети снизится до 12 кВ, высоковольтный ввод необходимо пересоединить с вывода D32 на вывод D19 — на электровозах с ЧС4-062, а на электровозах ЧС4^Т переключить рубильник.

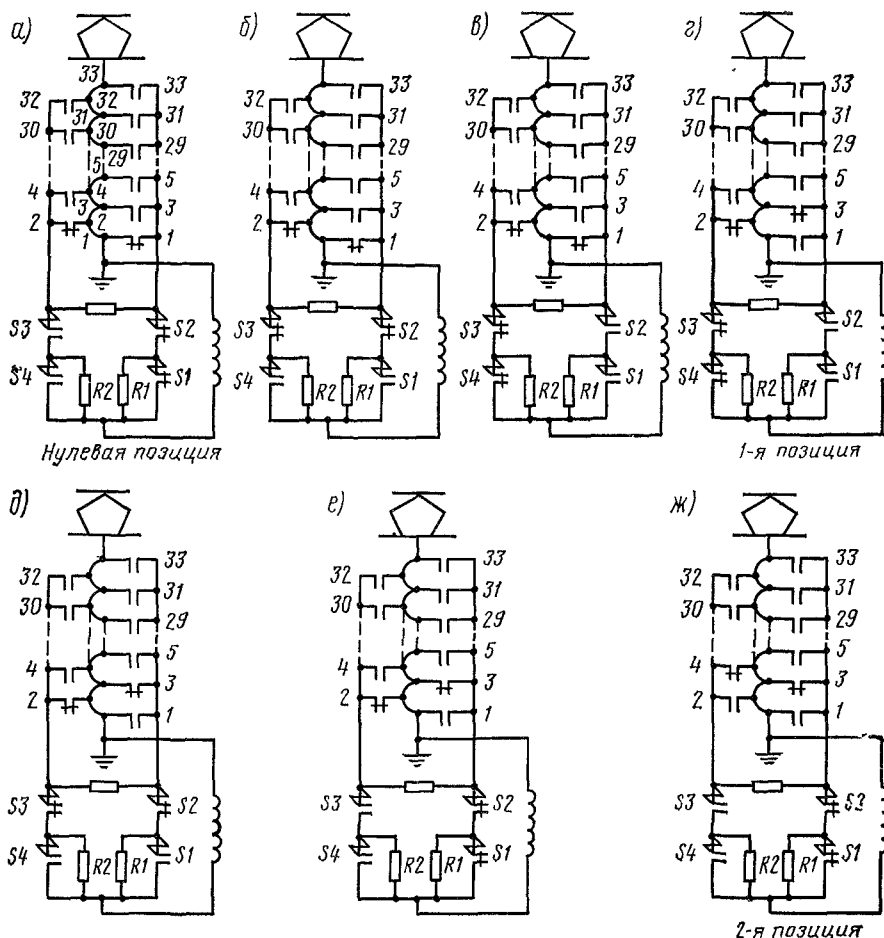


Рис. 62. Схема переключения ступеней тягового трансформатора на 1-й и 2-й позициях контроллера машиниста

Этот процесс происходит без разрыва тока, так как контакторы $S1$ и $S2$ уже разомкнуты.

Набор 2-й позиции происходит подобным образом (рис. 62, д — ж). Переход на каждую нечетную позицию происходит аналогично набору 1-й позиции, на каждую четную — 2-й позиции. Напряжение посредством ПС регулируют от 0 (нулевая позиция) до 25 кВ (32-я позиция), чему на вторичных обмотках соответствует напряжение от 0 до 1040 В.

Вторичные обмотки тягового трансформатора (см. рис. 60, 61) заземляются через делитель напряжения 122 и 123. Заземление осуществляется в их средних точках, к которым подключены реле заземления. Отказ от жесткого заземления вторичных обмоток имеет то

преимущество, что замыкание на землю в этих цепях не вызывает аварии.

К выводам вторичных обмоток тягового трансформатора 015, болтовыми отключателями 035, 036 подсоединены тяговые выпрямительные установки (ВУ) 020 и 022.

Для защиты тяговых ВУ от перенапряжений параллельно каждой вторичной обмотке тягового трансформатора включены цепочки РС с предохранителями 114 — 116. Кроме того, к каждому выводу вторичных обмоток подсоединены заземленные конденсаторы 151 — 154 [150 — 153], предназначенные для снижения перенапряжений, проникающих в тяговые цепи через емкость между обмотками тягового трансформатора, а также для подавления радиопомех от коммутаций в схеме электровоза.

В цепи переменного тока выпрямительных установок имеются два трансформатора тока 145, 146 [015₂₁, 015₂₂], служащие датчиками защиты электровоза от перегрузок в этих цепях. На электровозах до ЧС4-062 использовано четыре трансформатора тока 145 — 148.

От каждой из двух тяговых выпрямительных установок выпрямленное напряжение подается к группе из трех параллельно соединенных тяговых двигателей 050 — 052 и 053 — 055. Тяговые двигатели подключены к выпрямительным установкам переключателями 071, ножевые контакты которых расположены как со стороны плюса (071₀₁, 071₀₂, 071₀₃), так и со стороны минуса (071₀₄, 071₀₅, 071₀₆).

В цепи каждой пары тяговых двигателей (050 — 051, 052 — 053, 054 — 055) включены магнитные усилители 111, 112, служащие датчиками для дифференциальных реле, которые осуществляют защиту от боксования. Магнитные усилители включены между выпрямительными установками и якорями тяговых двигателей — на электровозах ЧС4, и между якорями тяговых двигателей и их обмотками возбуждения — на электровозах ЧС4^т. Последовательно с каждой парой тяговых двигателей включены реле перегрузки 025 — 027, воздействующие на главный выключатель. На электровозах ЧС4^т также последовательно с каждым тяговым двигателем включены линейные контакторы [028 — 030] реостатного тормоза.

В цепи выпрямленного тока также находятся общие для трех тяговых двигателей реверсоры 031 с пневматическим приводом. Обмотки возбуждения 050₁ — 055₁ реверсируются ножевыми контактами 01 — 04, 05 — 08, 09 — 012.

Параллельно обмотке возбуждения каждого тягового двигателя постоянно включены активные резисторы D1 — D3 групп 057, 058, благодаря чему создается обходная цепь для высших гармонических составляющих тока, которые, таким образом, не попадают в обмотку возбуждения. Обусловленное этим ослабление поля (ОП) составляет 95,5%.

Шунтировка поля тяговых двигателей обеспечивается с помощью контакторов 061 — 063. Имеется пять ступеней ослабления поля: $\beta_1 = 72\%$, $\beta_2 = 60\%$, $\beta_3 = 51\%$, $\beta_4 = 44\%$, $\beta_5 = 40\%$.

На 1-й ступени ослабления поля замкнуты контакторы 061 и включены резисторы B1 — B3 групп 057, 058; на 2-й ступени — контакторы

062 и резисторы $C1 - C3$ групп 057, 058; на 3-й ступени — контакторы 063 и резисторы $E1 - E3$ групп 057, 058; на 4-й ступени — контакторы 061, 063 и резисторы $B1 - B3$, $E1 - E3$ групп 057, 058 и, наконец, на 5-й ступени замкнуты контакторы 062, 063 и включены резисторы $C1 - C3$, $E1 - E3$ групп 057, 058.

Для сглаживания пульсаций выпрямленного тока, вызывающих ухудшение коммутации тяговых двигателей, последовательно с каждым тяговым двигателем включены обмотки AB , CD и EF трехобмоточных сглаживающих реакторов. На электровозе установлены два таких сглаживающих реактора — 080 и 081.

В цепи первого и шестого тяговых двигателей включены измерительные шунты 130 [130, 131] и добавочные резисторы для вольтметров.

Ввод и передвижение электровоза в депо могут производиться подключением внешнего источника постоянного тока к розеткам специально предназначенных для этих целей устройств 045 — 048 [045 — 047], которые попарно соединены со вторым и шестым тяговыми двигателями.

Рассмотрим путь прохождения тока по силовой цепи электровоза ЧС4 (см. рис. 60) на примере первого тягового двигателя. После перехода переключателя ступеней на первую (или последующую) позицию на первичной нерегулируемой обмотке тягового трансформатора появится напряжение, равное разности потенциалов соответствующего вывода и земли. По цепям тяговых двигателей потечет ток, и начнется пуск электровоза.

Допустим, что в рассматриваемый полупериод ток проходит во вторичной обмотке от вывода $pD0$ к выводу $pD1$. Тогда ток пойдет далее по следующей цепи: вывод $pD1$ вторичной обмотки, первичная обмотка трансформатора тока 145, плечо моста выпрямительной установки 020, рабочая обмотка магнитного усилителя дифференциального реле 111, контакты 071_{01} отключателя тяговых двигателей, катушка реле перегрузки 025, якорь тягового двигателя 050, шунт амперметра 130, контакты реверсора 031 (01 или 03 — в зависимости от выбранного направления движения электровоза), обмотка возбуждения 050_1 (и параллельно ей включенный резистор 057), контакты реверсора 031 (04 или 02), обмотка AB сглаживающего реактора 080, контакты 071_{04} отключателя тяговых двигателей, плечо моста выпрямительной установки 020, контакты болтового отключателя 035, вывод $pD0$ вторичной обмотки.

В следующий полупериод, когда э. д. с. во вторичной обмотке изменит направление, ток будет проходить от вывода $pD0$ через контакты болтового отключателя 035 и плечо моста выпрямительной установки 020, а затем так же, как и в первый полупериод. Цепи остальных тяговых двигателей и прохождение по ним тока не отличаются от рассмотренного примера.

На электровозах предусмотрены аварийные режимы, под которыми подразумевается движение электровоза в обе стороны на всех 32 позициях контроллера машиниста, включая ступени ослабления поля. Может быть отключено до пяти тяговых двигателей; при этом

двигатели отключаются с обеих сторон ручным переводом переключателей 071 в выключенное положение.

В случае повреждения в выпрямительных установках можно отключить один выпрямительный мост отключателем 035 или 036.

Помимо пневматического и электропневматического тормозов, десять электровозов первой серии ЧС4-002 — 011 были оборудованы реостатным тормозом. В режиме реостатного торможения тяговые двигатели работают как генераторы с независимым возбуждением. Энергия движения поезда в генераторах превращается в электрическую, а электрическая энергия в тормозных резисторах переходит в тепловую. Упрощенная схема цепей реостатного тормоза электровозов ЧС4-002 — 011 представлена на рис. 63.

В тормозном режиме тяговые двигатели включаются попарно последовательно в три отдельных контура. Нагрузкой в каждом из них служат тормозные резисторы 090, 092. Независимое возбуждение осуществляется последовательным включением обмоток возбуждения всех шести тяговых двигателей, питаемых от тяговой выпрямительной установки 020. Таким образом, главные полюсы всех тяговых двигателей возбуждаются одним током; его величина и, следовательно, мощность всего электрического тормоза регулируются 16-ю ступенями ПС. Резисторы 105, 107 играют роль стабилизирующих.

Управление реостатным тормозом осуществляют с помощью контроллера машиниста. Цепь собирается переключателями 071, которые на электровозах ЧС4-002 — 011 имеют два рабочих положения: «Ход» и «Тормоз». Защита силовых цепей реостатного тормоза осуществляется специальными реле перегрузки, которые воздействуют на отключение главного выключателя.

При реостатном торможении в цепи тягового двигателя 053 контактами переключателя 071 включается заземление, чем исключается возможность повышения напряжения в тормозных цепях больше допустимой величины, опасной для изоляции.

Описанная система реостатного тормоза имеет ряд серьезных недостатков. Основные из них следующие:

1. Последовательное соединение якорей двух тяговых двигателей на общий резистор может привести при срыве сцепления к скольжению колесной пары с вращением в сторону, обратную поступательному движению электровоза или задержке ее в невращающемся положении.

2. Использование тяговой выпрямительной установки для питания обмоток возбуждения якорей тяговых двигателей вызывает значитель-

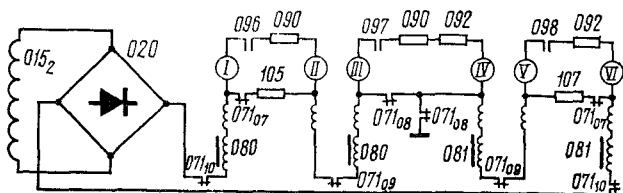


Рис. 63. Упрощенная схема реостатного тормоза на электровозах ЧС4-002—011

ное увеличение времени подготовки электрического тормоза (по 20 с.), так как оно включает в себя время возвращения ПС на пулевую позицию с позиции, на которой он находился в момент включения тормоза машинистом, и затем после сбора тормозной схемы—время набора требуемой тормозной позиции.

3. Отсутствие системы автоматического регулирования процесса торможения и взаимодействия реостатного тормоза с пневматическим и электропневматическим тормозами состава.

4. Недостаточная мощность тормозных резисторов, составляющая 3000 кВт, т. е. около 60% мощности тягового режима.

Указанные недостатки практически исключили возможность использования реостатного тормоза в эксплуатации. Поэтому электровозы ЧС4 начиная с № 012 выпускались без реостатного тормоза.

К моменту выпуска электровозов ЧС4^г была разработана новая система реостатного тормоза, которая существенно отличается от описанной выше. В тормозном режиме якорь каждого тягового двигателя электровоза ЧС4^г включается на отдельный резистор [090, 091] (см. рис. 61). Обмотки возбуждения всех тяговых двигателей соединяются последовательно и через контактор [037] питаются от независимого источника—управляемой выпрямительной установки [021], напряжение на которую приходит от обмотки собственных нужд 015₄ тягового трансформатора (от секции *E — F* с номинальным напряжением 133 В). Переключения в силовой схеме электровоза осуществляются переключателем 071, имеющим два рабочих положения *X* и *T* («Ход» и «Тормоз»). Защиту якорных цепей тяговых двигателей обеспечивают дополнительные реле перегрузки [065 — 067].

Охлаждение тормозных резисторов осуществляют вентиляторы [059, 060], электродвигатели которых подключены к части этих резисторов. Диоды [092, 093] предназначены для того, чтобы питание электродвигателей вентиляторов производилось напряжением, пропорциональным наибольшему току в цепи якорей тяговых двигателей второй тележки электровоза. Такое решение позволило достигнуть номинальной производительности вентиляторов независимо от снижения величины тока в какой-либо цепи якорей тяговых двигателей в процессе юза.

§ 18. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ ЦЕПИ

Вспомогательные цепи электровозов ЧС4 и ЧС4^г делятся на цепи постоянного (выпрямленного) и переменного (однофазного) напряжения. И те, и другие получают питание от обмотки собственных нужд 015₄ тягового трансформатора. Изменение напряжения в контактной сети вызывает отклонение величины напряжения на обмотке 015₄ соответственно в пределах — 25% — +16% от номинального значения. С учетом дополнительного влияния—потерь напряжения на обмотке собственных нужд от тока тяговых двигателей и тока самих вспомогательных машин, а также несинусоидальности питающего на-

пряжения — диапазон изменения первой гармоники напряжения во вспомогательных цепях может быть шире указанного.

При повышении питающего напряжения производительность вспомогательных электродвигателей постоянного тока возрастает и, следовательно, увеличивается потребляемая ими мощность. Кроме того, при повышенных частотах вращения ухудшаются режимы работы подшипников, щеток и других трущихся деталей.

В случае снижения напряжения частота вращения и мощность на валах электродвигателей постоянного тока уменьшатся, из-за чего производительность вспомогательных машин может оказаться ниже требуемой. Еще более опасно снижение напряжения для электродвигателей переменного тока, у которых может наступить опрокидывание или оказаться невозможным пуск этих машин. Поэтому в целях улучшения режимов работы вспомогательных машин на электровозах ЧС4 и ЧС4^т регулируют напряжение питания.

На электровозах ЧС4 применено ступенчатое регулирование: для этого обмотка собственных нужд 015₄ тягового трансформатора выполнена с тремя выводами d0, d1 и d2 (рис. 64). Номинальное напря-

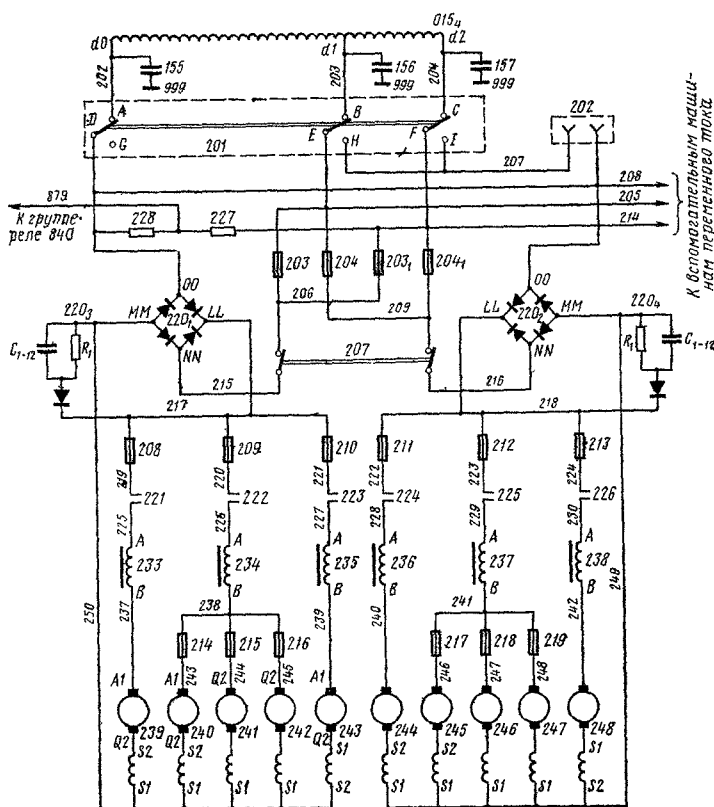


Рис. 64. Схема цепей вспомогательных машин электровоза ЧС4, питающихся выпрямленным током

жение между выводами $d0 - d1$ равно 213 В, между выводами $d0 - d2 - 260$ В. При напряжениях в контактной сети близких или выше номинального все вспомогательные электродвигатели постоянного тока подключены к выводам $d0 - d1$. Если напряжение ниже указанной величины, то электродвигатели переключают с вывода $d1$ на вывод $d2$ путем перестановки вручную предохранителей 203, 204 в пинцеты 203₁, 204₁.

В этом случае при допустимом по ГОСТ 6962—54 снижении напряжения в контактной сети до 19 кВ напряжение на выводах вспомогательных машин составит около 200 В.

Переключение питания вспомогательных цепей переменного тока осуществляется автоматически контакторами 251 и 252, включенными по схеме рис. 65. Питание на катушки этих контакторов подается от группы реле напряжения 853 в блоке защит 850 по проводам 832 или 833.

Выводы $d0$, $d1$ и $d2$ соединены гибкими кабелями с панелью 201. При помощи трехполюсного рубильника, расположенного на этой панели, вспомогательные цепи подключают либо к выводам обмотки собственных нужд, либо к розетке 202. К этой розетке может быть подведено питание от источника напряжения 220 В в депо для питания вспомогательных цепей. Рассмотрим работу схемы вспомогательных машин, питающихся выпрямленным током (см. рис. 64).

От панели 201 питание через мощные предохранители 203, 204 (203₁, 204₁) и две пары контактов автоматического защитного выключателя (АЗВ) 207 подается на две выпрямительные установки 220₁ и 220₂, собранные по мостовой схеме. АЗВ 207, помимо защитной функции, выполняет роль включающего аппарата. На стороне выпрямленного тока каждого моста включены по четыре электродвигателя вентиляторов и по одному электродвигателю компрессоров. Конкретно через выпрямительную установку 220₁ напряжение подается на коллекторы следующих машин:

электродвигатель 239 вентилятора охлаждения тяговых двигателей I, II и III (первой тележки);

электродвигатель 240 вентилятора охлаждения сглаживающего реактора и резисторов ослабления поля в цепи тяговых двигателей первой тележки, а также охлаждения одного из двух маслоохладителей трансформатора;

два электродвигателя 241 и 242 вентиляторов охлаждения выпрямительной установки 020

электродвигатель 243 одного из двух компрессоров, вырабатывающих сжатый воздух для пневматической и тормозной систем электровоза.

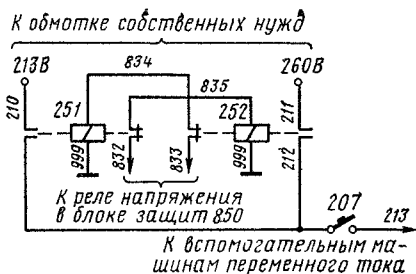


Рис 65 Схема цепей переключающих контакторов 251 и 252 электровоза ЧС4

К выпрямительной установке 220₂ подключены:

электродвигатель 244 вентилятора охлаждения тяговых двигателей IV, V и VI (второй тележки);

электродвигатель 245 вентилятора охлаждения сглаживающего реактора и резисторов ослабления поля в цепи тяговых двигателей второй тележки и охлаждения второго маслоохладителя трансформатора, два электродвигателя 246 и 247 вентиляторов охлаждения выпрямительной установки 022;

электродвигатель 248 второго компрессора.

Снижение уровня пульсаций выпрямленного тока осуществляют сглаживающие реакторы 233 — 238.

Пуск всех перечисленных выше электродвигателей одноступенчатый, обеспечивается однополюсными электромагнитными контакторами 221—226 (на электровозах до ЧС4-062 для ограничения бросков пусковых токов последовательно с электродвигателями включены низкоомные резисторы).

На электровозах до ЧС4-160 включительно схема предусматривает для вентиляторов сезонное регулирование режимов работы: «Зима—Лето». При эксплуатации в зимних условиях, т. е. при низких температурах окружающего воздуха, электродвигатели вентиляторов охлаждения тяговых двигателей можно включить последовательно с электродвигателями остальных вентиляторов. Для этого на корпусах мотор-вентиляторов 239 и 244 предусмотрены специальные панели с переключками. Последовательное включение электродвигателей вентиляторов осуществляется путем перестановки переключек из положения 1 в положение 2 с одновременным снятием предохранителей 209 и 212.

Начиная с электровоза ЧС4-062 цепи вспомогательных машин имеют защиту от замыкания на землю — группу реле 840, подключенную к делителю напряжения, состоящему из резисторов 227 и 228. Электровозы с ЧС4-162 имеют также заземленные группы конденсаторов 155 — 157 для демпфирования перенапряжений и радиопомех.

В цепях вспомогательных машин электровозов ЧС4^т также использованы защитные устройства с той разницей, что количество групп демпфирующих конденсаторов увеличено до пяти и обозначены они номерами 154—158 (рис. 66). Для привода главных компрессоров и вентиляторов на этих электровозах, как и на электровозах ЧС4, использованы электродвигатели постоянного тока, но питание их производится стабилизированным напряжением. Стабилизация осуществляется путем фазового регулирования выпрямленного напряжения. На коллекторы вспомогательных электродвигателей питание приходит с выводов *E* — *I* обмотки собственных нужд тягового трансформатора (номинальное напряжение 354 В) через контакты *A* — *B* и *J* — *K* четырехполюсного рубильника на панели 201 и полупроводимые параллельно включенные мосты 220₁ — 220₆.

Конструктивно каждые три моста объединены в одну выпрямительную установку. Электродвигатели 239, 244 вентиляторов тяговых двигателей и выпрямительных установок и электродвигатели 243, 248 компрессоров получают питание через отдельные выпрямительные мосты 220₁, 220₃, 220₄, 220₆. К выпрямительным мостам 220₂ и 220₅

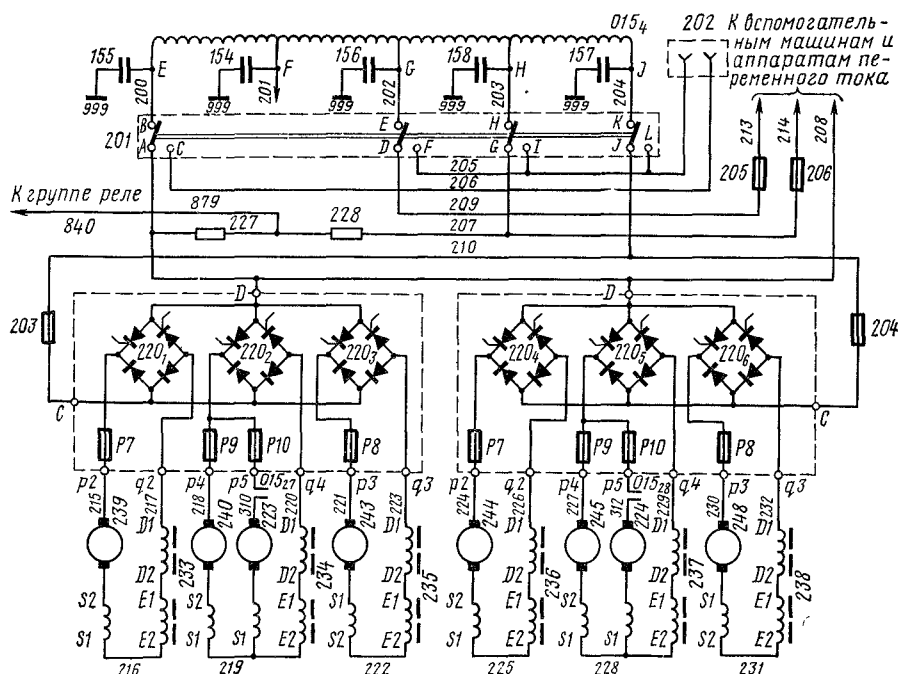


Рис. 66. Схема цепей вспомогательных машин электровоза ЧС4^г, питающихся выпрямленным током

подключено по два электродвигателя параллельно: 240, 245 — вентиляторов сглаживающих реакторов и резисторов ослабления поля тяговых двигателей и 223, 224 — вентиляторов маслоохладителей тягового трансформатора. Пуск мотор-вентиляторов 223, 224 производят контакторы 015₂₇, 015₂₈, катушки которых включены через контакты термостатов 015₂₅, 015₂₆, контролирующих температуру трансформаторного масла.

В целях снижения пульсаций выпрямленного тока, форма кривой которого при фазовом регулировании может существенно отличаться от синусоиды, использованы сглаживающие реакторы 233 — 238 с повышенной по сравнению с включенной на электровозах ЧС4 индуктивностью, что достигнуто последовательным соединением обмоток сглаживающих реакторов $E_1 E_2 - D_1 D_2$.

Напряжение питания электродвигателей 221 и 225 поддерживается равным 250 В (рис. 67), а остальных вспомогательных машин — 220 В. Увеличение напряжения на коллекторах электродвигателей до 250 В вызвано тем обстоятельством, что на электровозах ЧС4^г охлаждение группы из трех тяговых двигателей и питающей их выпрямительной установки осуществляется одним вентилятором 239 (244) — в отличие от электровозов ЧС4, где для охлаждения выпрямительных установок использовано по два дополнительных мотор-вентилятора.

Для уменьшения искажения формы кривой напряжения регулирование напряжения питания электродвигателей 239, 244 начинается

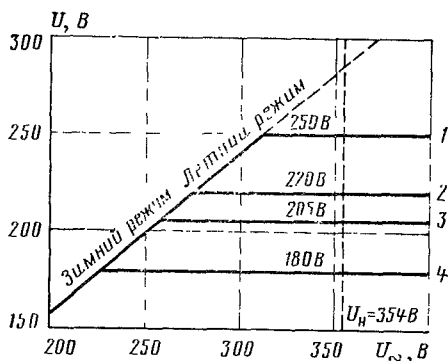


Рис. 67. Кривые зависимости напряжения на коллекторах вспомогательных электродвигателей электровоза ЧС4^т от напряжения обмотки собственных нужд тягового трансформатора:

1, 3 — мотор-вентиляторов тяговых двигателей и выпрямительных установок; 2, 4 — мотор-вентиляторов охлаждения оборудования и мотор-компрессоров

прямительной установке следует перевести в положение «Зимний режим», при этом система регулирования будет поддерживать на выходах выпрямительных мостов пониженные значения стабилизированного напряжения — соответственно 205 и 180 В. Точность стабилизации напряжения во всех режимах работы составляет $\pm 3\%$.

Наряду со стабилизацией напряжения примененная система регулирования обеспечивает плавный пуск вспомогательных электродвигателей, благодаря чему значительно снижены пусковые токи.

Кроме описанных выше, все остальные вспомогательные цепи электровозов ЧС4 и ЧС4^т питаются переменным током (рис. 68). В эти цепи включены электродвигатели насосов системы масляного охлаждения тягового трансформатора, нагревательные элементы, зарядное устройство аккумуляторной батареи и т. д. На обеих сериях электровозов установлено в основном одинаковое оборудование и аппараты, схемы подключения которых к питающим проводам 208 и 213 почти полностью совпадают. Поэтому подробно опишем вспомогательные цепи переменного тока только электровозов ЧС4 и отметим отличия, имеющиеся в соответствующих цепях электровозов ЧС4^т. Целесообразно также цепи электродвигателей насосов системы масляного охлаждения тяговых трансформаторов электровозов ЧС4 и ЧС4^т рассмотреть отдельно в конце настоящего раздела.

Как отмечено выше, напряжение во вспомогательных цепях переменного тока на электровозах ЧС4 регулируется ступенями в зависимости от величины напряжения в контактной сети. Питающий провод 213 подключается к обмотке собственных нужд 015₄ силовыми контактами контакторов 251 или 252 и АЗВ 207. Исключение составляет зарядное устройство аккумуляторной батареи (блок 271), напряжение на входе которого не регулируется (начиная с электровоза ЧС4-062).

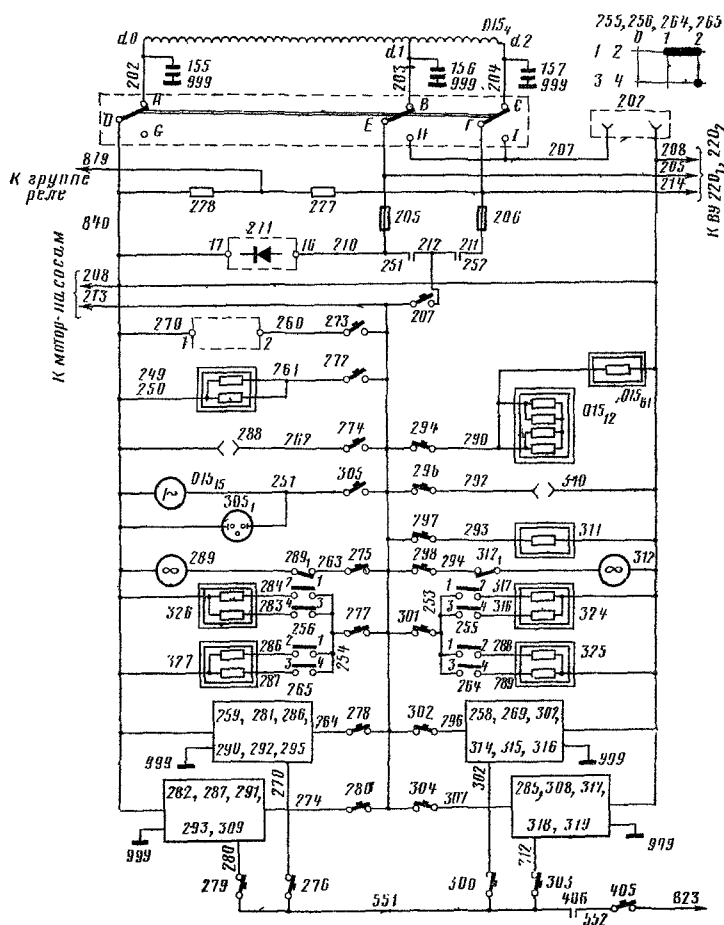
при напряжении в контактной сети, равном 22 кВ. Такой принцип регулирования вполне оправдан, так как силовая часть при этом достаточно проста, не требуются дополнительные выводы на обмотке собственных нужд или вольтодобавочные трансформаторы и вместе с тем стабилизация питания обеспечивается при длительно возможных напряжениях в контактной сети.

Как и на электровозах ЧС4, здесь предусмотрена возможность сезонного регулирования производительности вентиляторов. При температуре окружающего воздуха ниже $0^{\circ}С$ специальный переключатель в вы-

Все оборудование и аппараты переменного тока имеют индивидуальные АЗВ. Переменное напряжение блоку 270 с элементами управления противобоксовочной защитой и зарядным устройством аккумуляторной батареи подводится через АЗВ 273. Обогреватели 249, 250 спускных кранов главных резервуаров и влагосборников получают питание через АЗВ 272; на электровозах до ЧС4-160 включительно эти обогреватели включены раздельно — через АЗВ 272 и 273.

С помощью АЗВ 294 осуществляется включение и защита элементов 015₁₂ нагрева трансформаторного масла, встроенных в масляную ванну ПС, и нагревательных элементов 015₆₁ пневматического двигателя ПС (на электровозах до ЧС4-062 установлено два АЗВ — 294 и 295, позволяющие посекционно включать элементы 015₁₂).

Фильтрация масла в ПС производится с помощью однофазного электродвигателя 015₁₅, для включения и защиты которого служит



АЗВ 305; наличие напряжения на электродвигателе контролирует сигнальная неоновая лампа 305, «Устройство фильтрации».

Через АЗВ 274 и 296 переменное напряжение подается на розетки 288 и 310, расположенные по одной в каждой кабине машиниста.

Вентиляторы кабин 289 и 312 получают питание через АЗВ 275, 298 и выключатели 289₁ и 312₁. Для нагрева воды в умывальнике служит нагревательный элемент 311, включенный через АЗВ 297. Расположенная рядом с умывальником электрическая плитка 313 для подогрева пищи на электровозах до ЧС4-062 также подключается к переменному напряжению выключателем 320 и АЗВ 321 (на рис. 68 эта цепь не показана). На электровозах последующего выпуска электроплитка 313 питается постоянным напряжением от аккумуляторной батареи (см. ниже рис. 72).

Элементы для отопления ног 324, 325 и 326, 327, расположенные в нижних частях пультов управления электровозом, защищены от перегрузок посредством АЗВ 277 и 301 и включаются переключателями 255, 264 и 256, 265 (на электровозах до ЧС4-062 установлено только два переключателя — 255 и 256). Отопление кабин машиниста, а также обогрев лобовых окон осуществляют калориферы, которые вместе с коммутирующей аппаратурой и устройствами защиты на рис. 68 изображены условно блоками. Переключатель 286 (рис. 69) позволяет задать три режима отопления и один режим вентиляции. Напряжение на нагревательные элементы подается через две пары контактов трехполюсного контактора 281, который включен во всех положениях переключателя 286, кроме нулевого. Третья пара контактов контактора 281 включает вентилятор 290 калорифера. Для автоматического поддержания постоянной температуры в цепь катушки контактора включен контакт термостата 259. Защита от недопустимого перегрева калорифера осуществляется с помощью термостата 292. Включившись, он своими контактами замыкает на корпус через низкоомный резистор 283 цепь питания катушки контактора 281, что вызывает протекание большого тока и срабатывание АЗВ 276. Защиту всех элементов обеспечивает АЗВ 278.

Аналогичную схему имеют калориферы стеклообогрева кабин 291 и 317 (см. рис. 68), с тем лишь отличием, что они не имеют термостата для поддержания постоянной температуры.

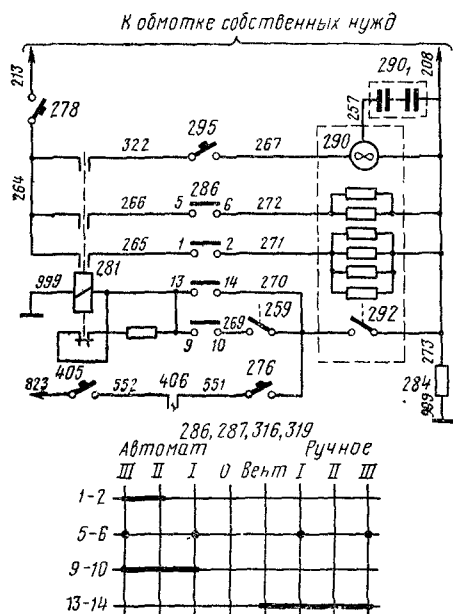


Рис. 69 Схема цепей включения и защиты калориферов электровоза ЧС4

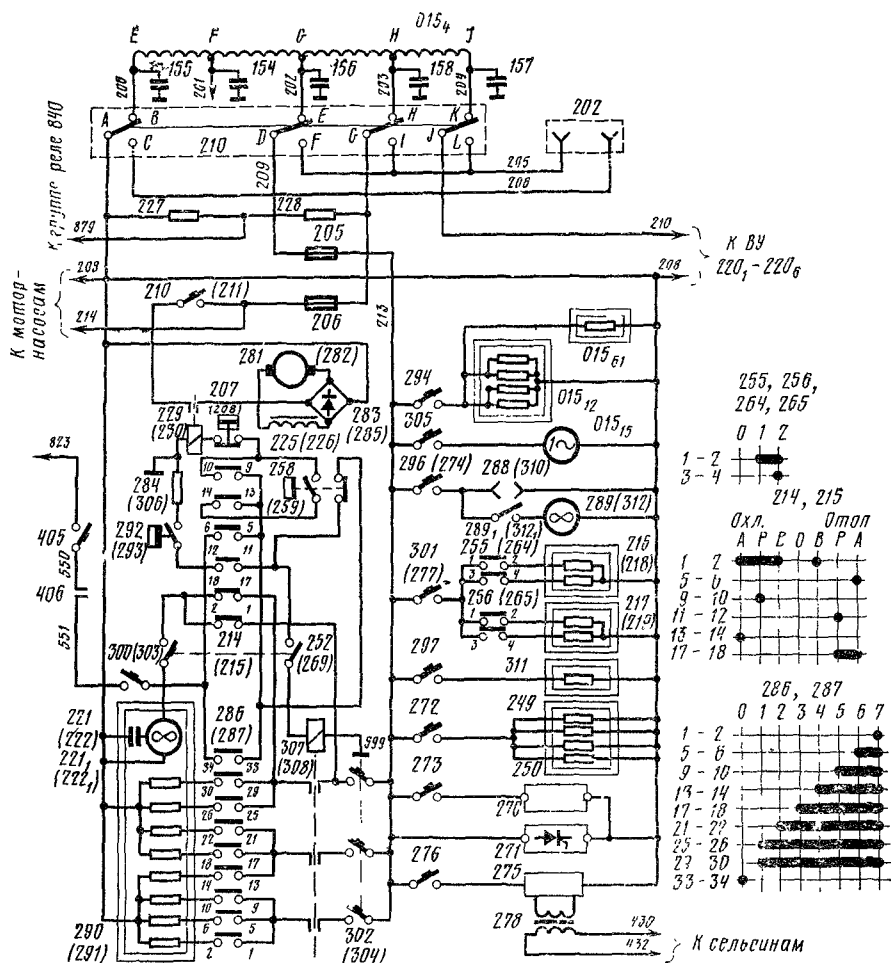


Рис. 70. Схема цепей вспомогательных машин электровоза ЧС4Г, питающихся переменным током (мотор-насосы не показаны)

На электровозах ЧС4Г напряжение во вспомогательных цепях переменного тока не регулируется и провода 208, 213 всегда подключены к секции E — G обмотки собственных нужд тягового трансформатора 015₄, номинальное напряжение между которыми составляет 221 В (рис. 70). Исключение составляют цепи мотор-насосов тягового трансформатора и мотор-компрессоров в системе кондиционирования воздуха в кабинах машиниста, которые получают питание от секции E — H обмотки 015₄ с номинальным напряжением 266 В.

Рассматриваемые цепи электровозов ЧС4Г отличаются от подобных цепей электровозов ЧС4, кроме того, наличием дополнительного стабилизатора напряжения 275 с трансформатором 278 для питания сельсинов в цепях управления (на электровозах ЧС4 сельсины подключены

к трансформатору в блоке 271) и тем, что вместо калориферов применена система кондиционирования воздуха в кабинах машиниста.

Цепи системы кондиционирования воздуха включают в себя электродвигатели вентиляторов и компрессоров холодильных установок, отопительные элементы, контакторы, переключатели и другую регулиющую и защитную аппаратуру.

Вал компрессора приводится во вращение электродвигателем 281 (282) постоянного тока, который питается через выпрямитель 283 (285) и сглаживающий реактор 225 (226). Собранный по мостовой схеме выпрямитель подключен со стороны переменного тока через АЗВ 210 (211) и предохранитель 206 к секции *E* — *H* обмотки собственных нужд 015₄ тягового трансформатора (номинальное напряжение 266 В). Компрессор связан трубопроводами с теплообменниками — конденсатором и испарителем — в замкнутой системе холодильной установки, по которой циркулирует фреон. Конденсатор служит для превращения паров фреона в жидкость, а в испарителе жидкий фреон кипит за счет поглощения тепла из воздуха, продуваемого вентилятором. Конденсаторный электродвигатель 221 (222) вентилятора питается переменным напряжением от секции *E* — *G* обмотки 015₄ с номинальным напряжением 221 В через АЗВ 252 (269) и АЗВ 302 (304). Вентилятор включается как в режиме охлаждения, так и в режиме подогрева воздуха в кабине машиниста. В качестве нагревательных элементов использованы резисторы 290 (291), подключение которых к секции *E* — *G* обмотки 015₄ осуществляется многопозиционными переключателями 286 (287), позволяющими получить семь ступеней отопления. Для управления системой кондиционирования служит режимный переключатель 214 (215) со следующими положениями: вентиляция (два положения), охлаждение (ручное и автоматическое), отопление (ручное и автоматическое) и выключение.

При постановке режимного переключателя 214 (215) в положение *B* (вентиляция) на электродвигатель вентилятора 221 (222) подается переменное напряжение через АЗВ 302 (304), контакты 1—2 режимного переключателя и АЗВ 252 (269).

В положении *Охл.* — *P* — режимного переключателя (ручное управление режимом охлаждения воздуха) дополнительно к контактам 1—2 замкнутся его контакты 9—10. При этом получит питание катушка контактора 229 (230) по следующей цепи: общий плюсовой провод 823 — АЗВ 405 — контакты контактора 406 — АЗВ 300 (303) — контакты 33 — 34 переключателя 286 (287), который при охлаждении должен быть установлен в нулевое (выключенное) положение, — контакты 9—10 режимного переключателя — контакты реле давления 207 (208) — катушка контактора 229 (230). При переводе системы кондиционирования воздуха на автоматическое регулирование режима охлаждения (положение *Охл.-А*) контакты 9—10 режимного переключателя размыкаются, а контакты 13 — 14 замыкаются, в результате чего в рассмотренную цепь питания катушки контактора 229 (230) включаются контакты термостата 258 (259). Термостат размыкает указанный контакт при понижении температуры и замыкает при ее возрастании, обеспечивая тем самым поддержание заданного режима охлаждения.

Для нагревания воздуха в кабине следует перевести режимный переключатель в положение *Отоп.* — *Р* или *Отоп.* — *А* — (ручное или автоматическое управление режимом отопления). Одновременно с этим нужно с помощью переключателя 286 (287) выбрать ступень отопления. При этом включится контактор 307 (308) и через его контакты, а также АЗВ 302 (304) и контакты переключателя 286 (287) переменное напряжение будет подано на нагревательные элементы 290 (291). Питательное напряжение на катушку контактора 307 (308) придет по следующей цепи: общий плюсовой провод 823 — АЗВ 405 — контакты контактора 405 — контакты контактора 406 — АЗВ 300 (303) — блок-контакты 11—12 режимного переключателя (при ручном управлении) или его контакты 5—6 и контакты термостата 258 (259) (при автоматическом управлении) — вспомогательные контакты АЗВ 252 (269). Одновременно с включением контактора 307 (308) получает питание электродвигатель вентилятора 221 (222) — через АЗВ 302 (304), контакты контактора 307 (308), контакты 17 — 18 режимного переключателя и АЗВ 252 (269).

Для привода насосов систем масляного охлаждения тяговых трансформаторов на электровозах ЧС4 и ЧС4^т применены однофазные асинхронные конденсаторные электродвигатели. Используются три схемы включения электродвигателей (рис. 71). Наличие нескольких разных схем объясняется тем обстоятельством, что на электровозах до ЧС4-160 включительно установлены электродвигатели небольшой мощности (1,5 кВт), пуск которых требует подключения дополнительных конденсаторов. На электровозах начиная с ЧС4—162 и на всех электровозах ЧС4^т применены электродвигатели, мощность которых такова (2,2 кВт), что для пуска достаточно их рабочих конденсаторов.

Схемы будем рассматривать в той последовательности, в какой они внедрены на электровозах, что одновременно позволит оценить эффективность проведенных мероприятий по совершенствованию цепей мотор-насосов в процессе выпуска электровозов.

Пуск насосов (рис. 71, а) при замкнутых переключателях 266, 267 происходит автоматически после включения ГВ. Получив питание, контактор 406 срабатывает и подает напряжение на катушку контактора 262, который подключает параллельно рабочим конденсаторам 260₁ и 261₁ электродвигателей масляных насосов пусковые конденсаторы 260₂ и 261₂. Одновременно другие замыкающие контакты контактора 262 включают контакторы 264 и 265. Последние присоединяют электродвигатели масляных насосов к обмотке собственных пудж тягового трансформатора 015₄ через силовые контакты одного из контакторов 251 или 252.

В то же время при включении контактора 406 отключаются его замыкающие контакты в цепи питания катушки реле времени 263. Приблизительно через 4 с реле 263 разомкнет свои замыкающие контакты, через которые напряжение приходило на катушку контактора 262, что приведет к отключению пусковых конденсаторов 260₂, 261₁. Если по какой-либо причине электродвигатели насосов не запустятся, на пульте управления электровозом загорится сигнальная лампа 424 (425), напряжение на которую будет подано контактами маслоструй-

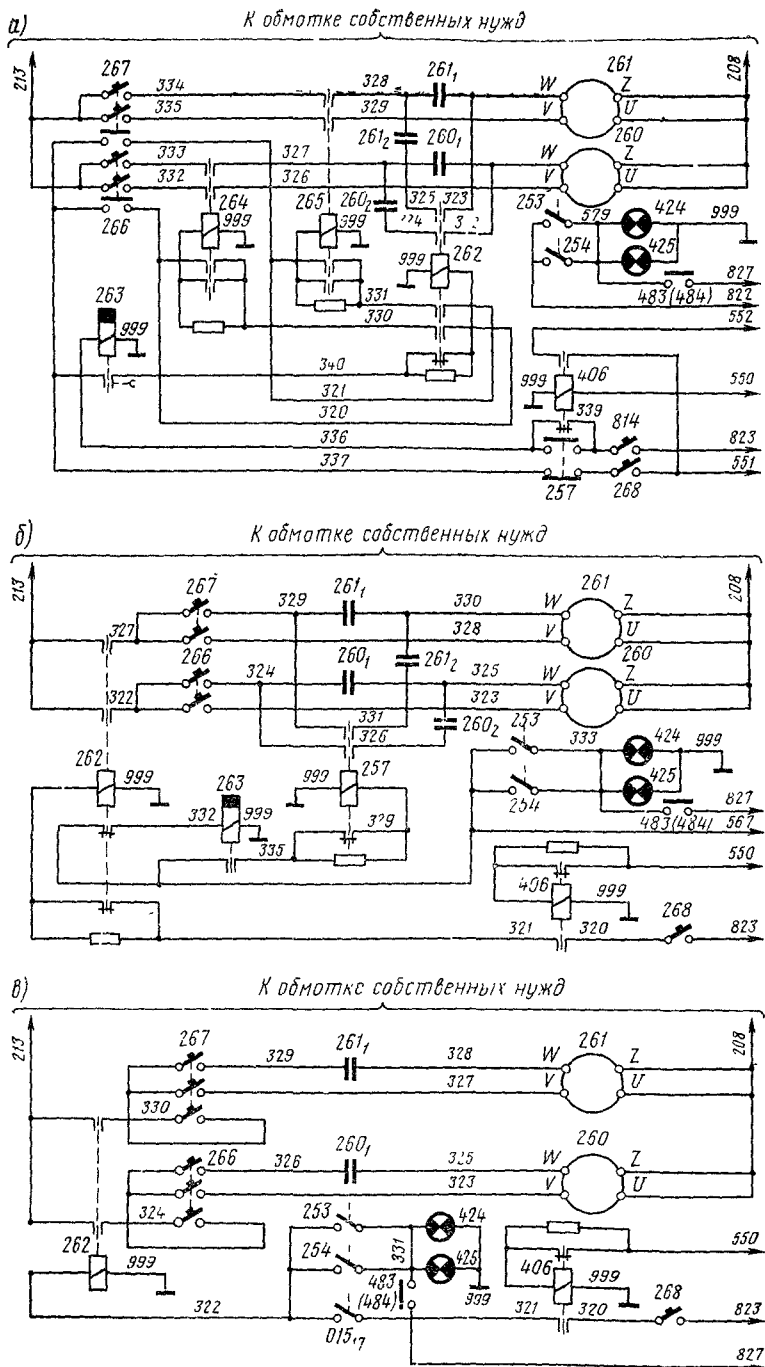


Рис. 71. Схемы цепей управления мотор-насосами на электровазах ЧС4-002—061 (а), ЧС4 062—232 (б) и ЧС4^г (в)

ных реле 253 (254). Кнопкой 257 можно проверить правильность работы контакторов 262, 264 и 265, а также восстановить цепь питания электродвигателей при переключении напряжения контакторами 251, 252.

На электровозах начиная с ЧС4-062 используют упрощенный вариант описанной схемы (рис. 71, б); отличие состоит в том, что отсутствуют контакторы 264, 265 и их функции выполняет контактор 262. Пусковые конденсаторы к электродвигателям подключает и отключает контактор 257. Из схемы исключена также кнопка 257, а включить и выключить мотор-насосы можно с помощью АЗВ 268.

Исключение нескольких аппаратов из цепей управления мотор-насосами упростило схему, однако она все же достаточно сложна из-за необходимости иметь пусковые конденсаторы и аппаратуру для их подключения и отключения. В целях дальнейшего совершенствования схемы начиная с электровоза ЧС4-162, пусковые конденсаторы не применяются, а для обеспечения уверенного пуска мотор-насосов, как указано выше, увеличена мощность приводных электродвигателей. В результате схема (рис. 71, в) значительно упростилась, а надежность работы всего узла повысилась¹.

Мотор-насосы в рассматриваемой схеме (см. рис. 71, в) пускаются сразу после включения ГВ; необходимый пусковой момент электродвигателям 260, 261 обеспечивают постоянно включенные рабочие конденсаторы 260₁, 261₁. Для защиты электродвигателей от токовых перегрузок предназначен термостат 015₁₇, контакты которого находятся в цепи катушки контактора 262.

Схема без пусковых конденсаторов применяется и на электровозах ЧС4^г. На них в отличие от электровозов ЧС4 напряжение, подаваемое на обмотки электродвигателей насосов, не регулируется, так как контакторы 251, 252 отсутствуют, и питающие провода постоянно подключены к секции *Е* — *Н* обмотки собственных нужд тягового трансформатора (см. рис. 70).

§ 19. ЦЕПИ ПИТАНИЯ ОТ АККУМУЛЯТОРНОЙ БАТАРЕИ И ЗАРЯДНОГО УСТРОЙСТВА

Низковольтные цепи получают питание от аккумуляторной батареи 802 и от бесконтактного зарядного устройства 271 со стабилизатором напряжения (рис. 72). К зарядному устройству по проводам 208, 210 (на электровозах до ЧС4-062 — по проводам 208, 213) от обмотки собственных нужд подводится переменное напряжение, которое в нем понижается, выпрямляется и сглаживается; выходное напряжение регулируется на $56 \pm 1,5$ В. В зарядном устройстве ASL2, применяемом на электровозах ЧС4, использованы магнитный усилитель с силовыми управляемыми вентилями, в зарядном устройстве типа ASL3 электровозов ЧС4^г — тиристоры с унифицированными блоками автоматики (схему и конструкцию зарядных устройств см. в § 66).

¹ Данная схема в порядке модернизации в настоящее время внедряется также на ранних выпусках электровозов ЧС4

Аккумуляторная батарея 802 подключается к зарядному устройству 271 через автоматический защитный выключатель 801. В связи с тем, что батарея включается на выходные выводы выпрямительного моста зарядного устройства (как в ASL2, так и в ASL3), ее подзарядка происходит только тогда, когда величина напряжения на выходе моста больше, чем на аккумуляторной батарее. В случае когда величина напряжения на аккумуляторной батарее больше, чем на выпрямительном мосту, ток от батареи течет к нагрузке.

Батарея состоит из 40 элементов, разделенных на две группы: в одной из них, основной, — 37, в другой, резервной, — 3 элемента. В режиме нормальной работы зарядного устройства ручной переключатель 807, расположенный рядом с автоматическим защитным выключателем 801, установлен в положение, при котором замкнуты контакты А — В и 1 — 2 (на электровозах ЧС4 — соответственно, $Z_1 — Z_2$ и $X_1 — X_2$). При этом происходит раздельная зарядка, т. е. 37 элементов заряжаются прямо от зарядного устройства 271, а 3 элемента — через ограничивающий резистор 806. В случае неисправности

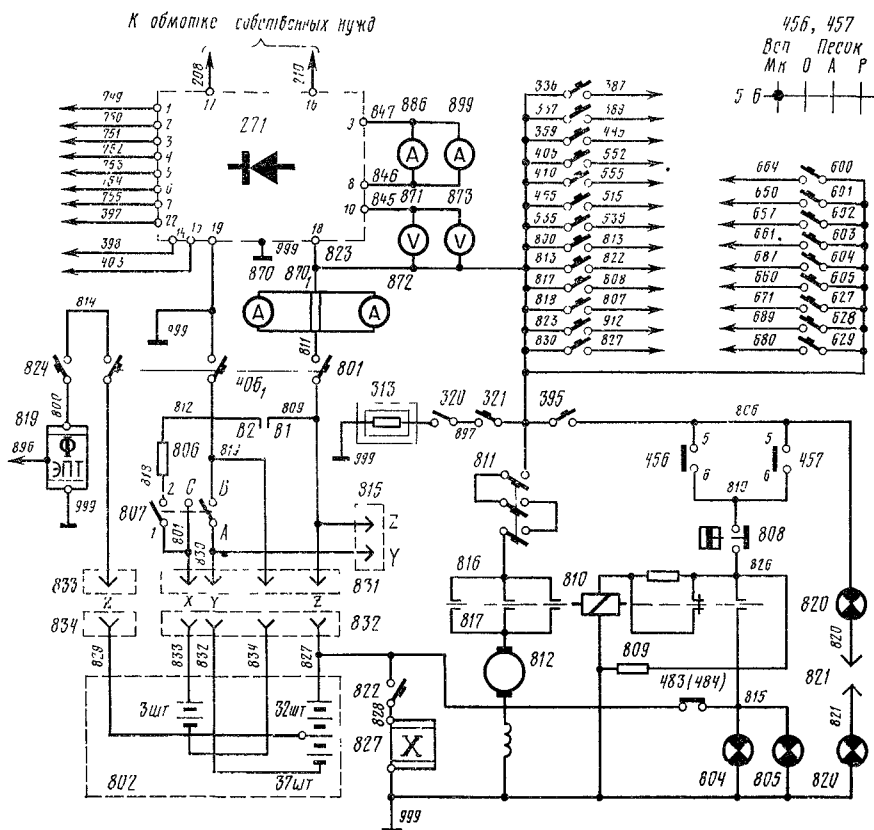


Рис. 72. Схема питания низковольтных цепей электровоза ЧС4

в зарядном устройстве, когда питание низковольтных цепей осуществляется только от аккумуляторной батареи, ручной переключатель 807 переставляют в положение $A - C [Z_1 - Y_2]$, и все элементы батареи включаются последовательно. Это позволяет аппаратуре и приборам низковольтных цепей функционировать нормально в течение 2 ч (питаться только от аккумуляторной батареи). Отметим, что описанная система резервирования — дополнительные элементы аккумуляторной батареи, ограничивающий резистор 806 и ручной переключатель 807 — установлены на электровозах начиная с ЧС4-062.

Ток аккумуляторной батареи и зарядного устройства протекает по измерительному шунту 870₁ [B_2], к которому подключены амперметры 870 и 872, расположенные на пультах управления. От общего плюсового провода 823 через соответствующие АЗВ питаются все низковольтные цепи электровоза. В частности, через АЗВ 395 [814] переключатели 456 (457) и реле давления 808 напряжение подается на катушку контактора 810, силовые контакты которого включают электродвигатель 812 малого компрессора для подъема токоприемников при подготовке электровоза к работе. Токовая защита цепи этого электродвигателя осуществляется автоматическим защитным выключателем 811. При работе малого компрессора на пультах управления горят сигнальные лампы 804, 805, получающие питание через замыкающие блок-контакты контактора 810. На электровозах ЧС4 от АЗВ 395 напряжение подается также на сигнальные лампы 820 и щупы 821 блока отыскания неисправностей в низковольтных цепях «БОН», описание схемы и работы которого, а также усовершенствованной системы «ПУМ — Шкода» приведены в § 27.

От общего плюсового провода 823 через индивидуальные автоматические защитные выключатели напряжение подается также в следующие цепи:

управления электровозом АЗВ 336, 337 [315]; аварийного управления ПС — АЗВ 359; управления вспомогательными машинами АЗВ 405, 410, песочницами АЗВ 455 и звуковыми сигналами АЗВ 535; освещения, прожекторов, буферных фонарей — АЗВ 600 — 605, 627 — 629; питания ГВ, блока защит 850, группы реле 840 и реле безопасности — АЗВ 813; цепей низкого напряжения в выпрямительных установках АЗВ 817, 818, преобразователя радиостанции АЗВ 823; проверки сигнальных ламп АЗВ 830; электроплитки — АЗВ 321 [816]; термостатов в машинном помещении (только на электровозах ЧС4) — АЗВ 800; питания реле времени пуска масляных насосов (только на электровозах до ЧС4-062) — АЗВ 814; системы отыскания неисправностей в низковольтных цепях: «ПУМ — Шкода» (только на электровозах ЧС4^г) — АЗВ 565.

На электровозах начиная с ЧС4-062 соединение аккумуляторной батареи с низковольтными цепями электровоза выполнено штепсельными разъемами 831 — 834. С их помощью можно заряжать аккумуляторную батарею от сети депо. От этой сети также можно через штепсель 815 питать цепи освещения электровоза. На электровозах ЧС4^г, как и на электровозах до ЧС4-062, штепсельные разъемы отсутствуют.

§ 20. ЦЕПИ УПРАВЛЕНИЯ ТОКОПРИЕМНИКАМИ И ГЛАВНЫМ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕМ

При отсутствии сжатого воздуха в системе управления он подается вспомогательным компрессором (см. рис. 72), электродвигатель 812 которого получает напряжение от аккумуляторной батареи от общего плюсового провода 823 через контакты автоматического защитного выключателя 811 и контакты контактора вспомогательного мотор-компрессора 810. Воздух из резервуаров управления поступает к вентилям 398, 399 (рис. 73), катушки которых получают питание через соответствующие блок-контакты 003_1 , 003_2 отключателей токоприемников. Управляют токоприемниками с помощью переключателей 396, 397 (в первой кабине машиниста) и 402, 403 (во второй кабине), расположенных на панелях управления на пультах. Каждая панель включает восемь переключателей (управление токоприемниками, главным выключателем, вспомогательными машинами и др.), которые механически блокируются замком. Открыть замок можно только специальным ключом, являющимся принадлежностью данного электровоза. Благодаря этому управление электровозом возможно только из той кабины, в которой разблокирована панель управления.

Напряжение на контакты переключателей токоприемников подается от общего плюсового провода 823 по следующей цепи: АЗВ 813, контакты реле безопасности 380, последовательно включенные контакты аварийных выключателей «Стоп» 386, 385 [320, 319] и далее по проводу 500 [480]. На электровозах до ЧС4-062 вместо контактов реле 380 последовательно включены пять блокировок безопасности: 373, 374 (дверей высоковольтной камеры), 400, 401 (лестниц для подъема на крышу электровоза) и 322 (защитной сетки на тяговом трансформаторе). Контакты аварийных выключателей «Стоп», предназначенные для экстренной остановки электровоза в случае возникновения опасной ситуации, имеются только на электровозах начиная с ЧС4-162.

На электровозах ЧС4* в цепи управления токоприемниками включены также переключатели [560, 561, S1 — S7] системы отыскания, неисправностей в низковольтных цепях «ПУМ-Шкода», которые исклю-

чают возможность подъема токоприемников при пользовании системой.

Участок цепи от провода 823 до провода 500 [480] является общим для цепей управления токоприемниками и главным выключателем (ГВ). Цепь управления ГВ имеет две катушки — включающую Вкл (S2) и удерживающую Уд (S1) (рис. 74, а). Включение ГВ осуществляется подачей кратковременного импульса на включающую катушку, после чего силовые контак-

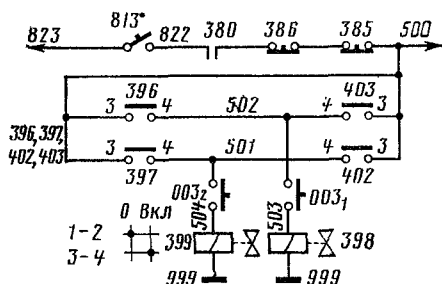


Рис. 73 Схема цепей управления токоприемниками электровоза ЧС4

029В1 и 852 в блоке защит 850 (между зажимами 9 — 10) и кнопки с самовозвратом «Выключение ГВ» 366 (367), установленные на пультах управления. В отличие от электровозов ЧС4, где эти кнопки включены параллельно, на электровозах ЧС4^Г они включены последовательно, что дает возможность выключить ГВ из любой кабины электровоза вне зависимости от того, какой пульт управления разблокирован. Последовательно с указанными контактами блока защит 850 в схеме электровозов ЧС4^Г включены также контакты 1-2 главного переключателя [560] системы «ПУМ—Шкода».

Кроме перечисленных блокировок, в цепи ГВ находятся контакты реле, контролирующего давление сжатого воздуха в резервуаре ГВ, а также замыкающие контакты 5-6 и 7—8 специального реле ГВ 375. Катушка реле 375 получает питание после замыкания контактов 11-12 выключателя управления (368 или 369) через собственные блок-контакты ГВ между зажимами 2-5, контакты реле давления сжатого воздуха в ГВ, блок-контакты пневматического двигателя ПС 015₇, замкнутые в положении 1 блокировочного барабана, блок-контакты ПС 015₁₁, замкнутые только на нулевой позиции контроллера машиниста, контакты газового реле тягового трансформатора (реле Бухгольца) 015₁₈, контакты реле времени 371, контролирующего пуск мотор-вентилаторов (на электровозах до ЧС4-062 в этой цепи включены также замыкающие контакты реле безопасности 380). Последовательное включение блок-контактов 015₇ и 015₁₁ гарантирует невозможность включения ГВ в случае, если ПС находится не на нулевой позиции или застрял между позициями.

Параллельно указанным блок-контактам ПС включены контакты реле времени цепи управления электровозом 356, размыкающие контакты вспомогательного реле АЛСН 790 (с электровоза ЧС4-077), замыкающие контакты реле минимального напряжения 851 С в контактной сети в блоке защит 850 (с электровоза ЧС4-062), контакты реле давления сжатого воздуха в магистрали 377 (на электровозах ЧС4^Г эти контакты перенесены в цепь управления электровозом).

Реле 375, включившись, замкнет свои контакты 5-6 и 7-8 в проводах 473 и 476, 477 [446, 455, 456]. На включающую катушку ГВ придет импульс, и силовые контакты ГВ замкнутся. Одновременно собственные блок-контакты ГВ между зажимами 2-5 и 7-плюсовой вывод включающей катушки разорвут цепь питания обеих катушек ГВ и катушки реле 375. Однако обесточится при этом только включающая катушка, так как удерживающая катушка и катушка реле 375 будут продолжать получать питание через замыкающие контакты 5-6 реле 375 в обход указанных собственных блок-контактов ГВ. Поэтому ГВ останется во включенном положении.

При движении электровоза, когда контроллер машиниста не находится на нулевой позиции, блок-контакты переключателя ступеней 015₇ и 015₁₁ размыкаются, и катушка реле 375 будет получать питание через последовательно включенные контакты реле 356, 790, 850, 377 и далее — через контакты 015₁₈ и 371. Размыкание любого из перечисленных контактов приводит к обесточиванию катушки реле 375, а сле-

довательно, обесточиванию удерживающей катушки ГВ и немедленному его отключению.

На нулевой позиции контроллера машиниста участок цепи между проводами 478 и 481 [453 и 450] закорачивается блок-контактами ПС 015₇ и 015₁₁ по той причине, что контакты реле, включенные между указанными проводами, могут быть замкнуты только при уже включенном ГВ.

Положение ГВ сигнализируется на пультах управления в обеих кабинах указателями положения 378, 379, катушки которых питаются через собственные блок-контакты ГВ.

Отметим, что на электровозах, начиная с ЧС4-162, главные выключатели оборудованы счетчиками числа включений (катушка *EP* на рис. 74), а последовательно с катушкой реле 375 включен разделительный кремниевый диод 370 — для исключения цепи разряда энергии между катушкой реле 375 и удерживающей катушкой ГВ.

На электровозах ЧС4^т, где для исключения возможности доступа обслуживающего персонала к находящимся под высоким напряжением оборудованию, применены электромагнитные блокировочные защелки (020₂ — 022₂, 039, 386, 387), дополнительно использованы также нсадействованные в схему на электровозах ЧС4 собственные блок-контакты ГВ между зажимами 19 — 20 и контакты 19 — 20 выключателей управления 368, 369, которые включены согласно схеме рис. 74, б. Данная схема обеспечивает доступ к высоковольтному оборудованию только при нулевом положении выключателей управления 368, 369 и отключенном ГВ — блокировочные защелки находятся в «открытом» состоянии при наличии напряжения на их катушках.

§ 21. ЦЕПИ БЛОКИРОВОК БЕЗОПАСНОСТИ

В отличие от отечественного электроподвижного состава на электровозах ЧС4 и ЧС4^т использован блочный способ расположения оборудования, причем ряд высоковольтных аппаратов и установок находится вне высоковольтной камеры. В частности, выпрямительные установки, контакторы, реверсоры, отключатели тяговых двигателей размещены в отдельных шкафах со съемными щитами, оборудованными

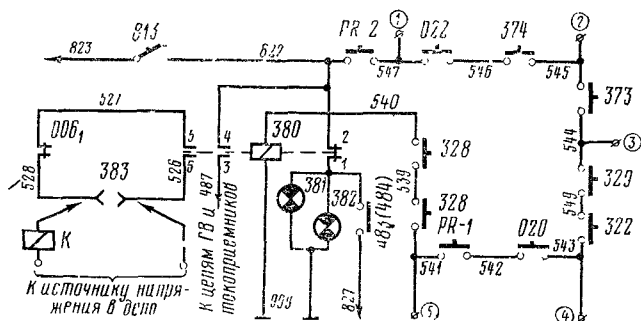


Рис. 75. Схема цепей блокировок безопасности электровоза ЧС4

блокировками безопасности, а на электровозах ЧС4^т также блокировочными защелками для обеспечения защиты обслуживающего персонала от попадания под высокое напряжение. Если какое-либо высоковольтное оборудование не заблокировано, невозможно поднять токоприемники и включить ГВ, так как цепь их питания разрывается в этом случае замыкающими контактами 3—4 реле безопасности 380 (рис. 75). Напряжение на катушку реле безопасности 380 подается через следующие последовательно включенные блокировки безопасности:

- | | | |
|--|---|---|
| 020, 022 [020 ₁ ,
022 ₁] | } | — восемь блокировок съемных щитов выпрямительных установок; |
| PR-1, PR-2
[038/I, 038/II] | | |
| 373, 374 | — | две блокировки высоковольтной камеры; |
| 322, 329 | | |
| | — | две блокировки сектов, закрывающих доступ к разъединителям токоприемников (только на электровозах ЧС4, причем до ЧС4-062 эти блокировки обозначены по схеме одним номером 322); |
| 328 | | |
| | — | две блокировки съемных щитов шкафа с контакторами и реле (только на электровозах ЧС4); |
| [021 ₁] | | |
| | — | одна блокировка управляемой выпрямительной установки для возбуждения тяговых двигателей при реостатном торможении (только на электровозах ЧС4 ^т). |

Выключенное состояние реле безопасности сигнализируют на пультах управления лампы 381, 382, получающие питание через замыкающие контакты 1-2 реле 380. Третья пара контактов этого реле (5-6) включена в цепь розетки 383 (на электровозах до ЧС4-062 имеется две такие розетки—383 и 384). Через розетку напряжение подается на катушку к контактору питания вспомогательных машин электровоза от деповской сети. Таким образом, и от постороннего источника высокое напряжение может быть подано на электровоз только при заблокированном высоковольтном оборудовании. Реле безопасности 380 установлено в машинном помещении и запломбировано.

§ 22. ЦЕПИ УПРАВЛЕНИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫМИ МАШИНАМИ И ОТОПЛЕНИЯ ПОЕЗДА ОТ ЭЛЕКТРОВОЗА

К цепям управления вспомогательными машинами относятся низковольтные цепи, предназначенные для включения (пуска) и выключения электродвигателей компрессоров, вентиляторов, насосов, контактора отопления поезда от электровоза, а на электровозах ЧС4^т также цепи управления жалюзи в системе реостатного тормоза. Принципы построения цепей управления вспомогательными машинами на электро-

возах ЧС4 и ЧС4^Г одинаковы, поэтому, как и в предыдущих разделах, будем рассматривать работу этих цепей по схеме электровоза ЧС4 с указанием отличий, имеющихся в схеме электровоза ЧС4^Г.

Работа вспомогательных машин возможна только в случае, если напряжение в контактной сети не ниже минимальной величины. Для выполнения этого условия служит контактор 406 (рис. 76), замыкающие контакты которого находятся в цепи питания пусковой аппаратуры вспомогательного привода, а катушка включена через замыкающие контакты реле минимального напряжения 851С в блоке защит 850.

Защиту от токовых перегрузок цепей управления вспомогательными машинами осуществляют АЗВ 405, 407—411 (АЗВ 408 на электровозах ЧС4^Г не используется). Пуск электродвигателей компрессоров и вентиляторов на электровозах ЧС4 одноступенчатый, на ЧС4^Г — плавный. Включение электродвигателей компрессоров отдельное и осуществляется переключателями 418 — 421, расположенными на пультах управления электровозом, причем питание на катушки контакторов 223, 226 (или пусковые панели 220_з, 220_б на электровозах ЧС4^Г) может быть подано, как через реле давления 430 (контакты 3-4 переключателей), так и в обход его (контакты 1-2). Теми же переключателями 418 — 421 (контакты 5-6) включают нагревательные элементы 412, 413 в картерах компрессоров. Отметим, что питание на нагревательные элементы приходит от аккумуляторной батареи через АЗВ 410 в обход контактов реле 406, и, следовательно, масло компрессоров можно разогреть еще до подъема токоприемников.

Для облегчения режима пуска мотор-компрессоров (уменьшения противомомента на валу компрессоров) на электровозах ЧС4 используются электропневматические разгрузочные вентили 441, 442, катушки которых включены параллельно катушкам контакторов 223, 226. На электровозах ЧС4^Г благодаря наличию системы плавного пуска мотор-компрессоров необходимость в использовании разгрузочных вентиляй отпала, и они не применяются.

На электровозах начиная с ЧС4-162 установлены компрессоры К2-1ок-2, у которых контролируется давление смазки. При повреждении в системе смазки специальные реле давления 446, 447 своими контактами включают сигнальные лампы 448 — 451 на пультах управления электровозом. На электровозах ЧС4^Г включение указанных сигнальных ламп осуществляют вспомогательные реле 441, 442, напряжение на катушки которых подают контакты реле давления 446, 447.

Электродвигатели вентиляторов включаются автоматически при пуске электровоза. Контакторы 222, 225, осуществляющие пуск электродвигателей вентиляторов выпрямительных установок и электродвигателей вентиляторов сглаживающих реакторов, резисторов ослабления поля и маслоохладителей тягового трансформатора, включаются после набора 1-й позиции контроллера машиниста, так как при этом замыкаются блок-контакты А-В переключателя ступеней 015_{II} в цепи катушек указанных контакторов. Аналогично включаются и контакторы 221, 224 электродвигателей вентиляторов тяговых двигателей, но только после набора 2-й позиции контроллера (блок-контакты Х — У переключателя ступеней). После возвращения контроллера

на нулевую позицию вентиляторы не прекращают работу, так как перечисленные контакторы после включения создают цепи самоподпитки собственных катушек через свои блок-контакты и контакты 5-6 переключателей 414, 415. Этими же переключателями можно включать и выключать (в обход блок-контактов ПС) электродвигатели вентиляторов: при замкнутых контактах 1-2 напряжение подается на катушки кон-

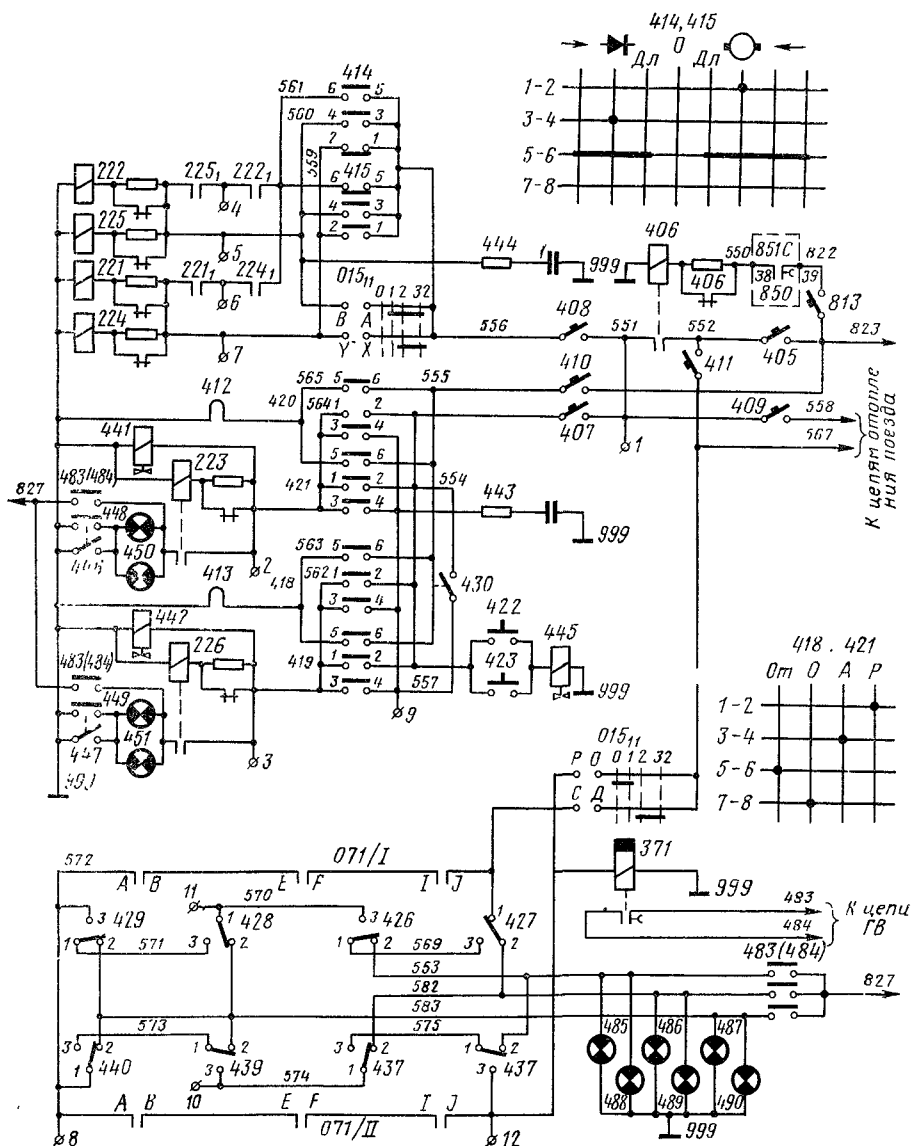


Рис 76 Схема цепей управления вспомогательными машинами электровоза ЧС4, питающихся выпрямленным током

такторов 222, 225, при замкнутых контактах 3-4 включаются контакторы 221, 224.

Включение электродвигателей вентиляторов на электровозах ЧС4^т осуществляется также переключателями 414, 415, которые подают напряжение на электронные блоки пусковой аппаратуры в управляемых выпрямительных установках 220₁, 220₂, 220₄ и 220₅. При этом происходит плавный пуск электродвигателей 239, 240, 244, 245 путем регулирования угла открытия тиристорov в соответствующих выпрямительных мостах. В связи с тем что на электровозах ЧС4^т охлаждение тяговых двигателей и выпрямительных установок осуществляется общими вентиляторами, автоматическое включение всех электродвигателей вентиляторов происходит на 1-й позиции контроллера машиниста через блок-контакты А-В переключателя ступеней 015₁₁.

Еще одно отличие в схеме управления мотор-вентиляторами электровоза ЧС4^т заключается в том, что цепь самоподпитки пусковой аппаратуры создается вспомогательным реле 452. Напряжение на катушку этого реле приходит или через контакты 1—2 переключателей 414, 415 или через блок-контакты А-В переключателя ступеней 015₁₁ в тяговом режиме, а в режиме электрического торможения — через контакты реле 357. Реле 452 становится на самоподпитку через контакты 3-4 переключателей 414, 415, замкнутых на фиксированных позициях этих переключателей. Для выключения электродвигателей вентиляторов необходимо разорвать указанную цепь самоподпитки, что достигается постановкой переключателей 414, 415 в положение с самовозвратом.

Вторая пара контактов реле 452 включена в цепь питания катушки электропневматического вентиля 453, который в возбужденном состоянии открывает всасывающие жалюзи в воздушных трактах системы охлаждения тормозных резисторов. Открыть всасывающие жалюзи можно также постановкой переключателей 426 (427) в положение «Всас». При этом замыкаются контакты 1-2 переключателей, включенные в цепь питания катушки вентиля 453 параллельно контактам реле 452.

Жалюзи, расположенные со стороны выброса теплого воздуха из блока тормозных резисторов, открываются с помощью электропневматического вентиля 454. Напряжение на его катушку подается при электрическом торможении автоматически через контакты реле 327 или вручную — постановкой переключателей 426 (427) в положение «Всас + Вых», при котором замыкаются их контакты 3—4.

Для исключения возможности работы принудительно охлаждаемого тягового оборудования при отсутствии вентиляции (такой режим может возникнуть, например, в случае выхода из строя вентилятора или приводного электродвигателя) имеется цепь контроля работы мотор-вентиляторов. На электровозах ЧС4 наличие воздуха в аэродинамических трактах контролируют воздушоструйные реле, которые своими переключающими контактами воздействуют на отключение ГВ и включают световую сигнализацию на пультах управления электровозом, если количество охлаждающего воздуха недостаточно.

Если контроллер находится на нулевой позиции и вентиляторы еще не работают, реле времени 371, замыкающие контакты которого

находятся в цепи удерживающей катушки ГВ, получает питание от провода 823 через АЗВ 405 и 411 и блок-контакт О — Р переключателя ступеней 015₁₁.

После набора 2-й позиции, т. е. когда необходимые для езды электровоза вентиляторы ВУ и тяговых двигателей работают, питание катушки реле времени 371 от провода 823 прервется блок-контактами 015₁₁, замкнутыми только на нулевой и 1-й позициях контроллера машиниста. Но реле 371 имеет выдержку на отключение около 5 с. Поэтому при нормальном пуске вентиляторов контакты реле 371 не отключаются, так как его катушка до истечения 5 с получит питание в обход блок-контактов 015₁₁, через контакты 1-3 воздушоструйных реле 426 — 429. Дело в том, что как только напор воздуха вентиляторов достигнет установленной величины, воздушоструйные реле переключат свои контакты в положение 1-3. Если же по какой-либо причине напор воздуха окажется ниже установленного, то соответствующее воздушоструйное реле переключит свои контакты в положение 1-2. В этом случае цепь питания катушки реле 371 не восстановится и оно своими замыкающими контактами отключит ГВ. Одновременно через контакты 1-2 получат питание сигнальные лампы: 485 (488) — при остановке вентиляторов тяговых двигателей, 486 (489) — вентиляторов сглаживающих реакторов, резисторов ослабления поля и маслоохладителей тягового трансформатора, 487 (490) — вентиляторов выпрямительных установок. На электровозах до ЧС4-062 сигнализация работы вентиляторов выполнена менее подробной: во всех случаях остановки вентиляторов загораются общие сигнальные лампы (на этих электровозах они обозначены номерами 422 в первой кабине машиниста и 423 — во второй).

Если в связи с повреждением вентиляторов отключена одна из групп тяговых двигателей, то блок-контакты отключателей 071 (А-В, Е-Ф, I-J) закорачивают соответствующие контакты воздушоструйных реле, и сигналы на пульты управления электровозом не приходят.

Аналогично описанному построены цепи контроля работы системы охлаждения тягового оборудования на электровозах ЧС4^т. В качестве контрольной аппаратуры использованы реле мощности, встроенные в выпрямительные установки 020, 022. В случае остановки или незапуска мотор-вентиляторов световая сигнализация на пультах управления осуществляется лампами 437 (438) — вентиляторы тягового оборудования первой тележки электровоза и 439 (440) — вентиляторы тягового оборудования второй тележки. При отключении вручную одного или нескольких тяговых двигателей закорачивание соответствующих контактов реле мощности осуществляется, как и на электровозах ЧС4, блок-контактами отключателей 071.

В режиме электрического торможения контроллер машиниста возвращается на нулевую позицию, на которой блок-контакты О-Р переключателя ступеней восстанавливают цепь питания катушки реле 371 в обход контактов реле мощности. Следовательно, при остановке мотор-вентиляторов выключение замыкающих контактов реле мощности не приведет к обесточиванию реле 371 и последующему отключению ГВ. Чтобы этого не произошло для обеспечения контроля за работой мотор-

вентиляторов при торможении дополнительно использованы блок-контакты контактора 037, который включается при реостатном торможении. В тормозном режиме размыкающие блок-контакты $g7 - g8$ контактора 037 разрывают цепь питания катушки реле 371 через блок-контакты $O - P$ переключателя ступеней 015₁₁, а замыкающие контакты $g3 - g4$ контактора 037 восстанавливают контрольные цепи через контакты реле мощности, в том числе и цепи сигнальных ламп.

Последнее отличие цепей управления мотор-вентиляторами электровозов ЧС4^т от соответствующих цепей электровозов ЧС4 заключается в том, что пуск электродвигателей вентиляторов 223, 224 маслоохладителей тягового трансформатора (см. рис. 66) осуществляется автоматически контакторами 015₂₇, 015₂₈ в зависимости от температуры трансформаторного масла, которая контролируется термостатами 015₂₅ (уставка включения — 50°С) и 015₂₆ (уставка включения — 70°С).

К цепям управления вспомогательными машинами относится также применяемый на электровозах начиная с ЧС4-162 электропневматический вентиль 445, служащий для отвода влаги из главных резервуаров. Напряжение на катушку этого вентиля можно подать кнопками 422, 423, расположенными на пульте управления электровозом — по одной в каждой кабине машиниста.

Отопительную магистраль вагонов поезда подключают к электровозу с помощью штепсельных соединений 720 (штепсель) и 721 (гнездо), (рис. 77). Питание в магистраль поступает от обмотки отопления 015₃ тягового трансформатора, к которой штепсельные соединения подключаются силовыми контактами электропневматического контактора 710. Цепи управления этим контактором, как и цепи управления вспомогательными машинами, получают питание от общего плюсового провода 823 через АЗВ 405 и контакты контактора вспомогательных машин 406, контролирующего напряжение в контактной сети. Включение контактора 710 происходит при замыкании специальным ключом выключателей 416 или 417, расположенных на задних стенах кабин машиниста на электровозах ЧС4 и на пульте управления электровозом — на электровозах ЧС4^т. О положении контактора отопления поезда сигнализируют указатели положения 431 (432), катушки которых питаются через блок-контакты контактора 710 от проводов 580 и 581. Цепи указателей положения защищены автоматическим защитным выключателем 411.

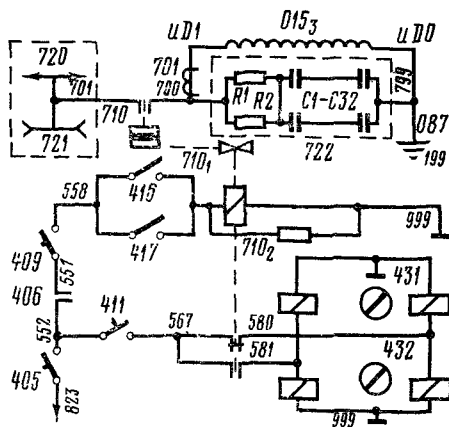


Рис. 77. Схема цепей отопления поезда от электровоза ЧС4

§ 23. ЦЕПИ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗОМ ЧСА

Выключатели управления 368, 369 (рис. 78*)¹ расположены на блокируемых замках панелях пультов управления электровозом. Поэтому управлять электровозом можно только из той кабины машиниста, где пульт разблокирован специальным ключом (функционально соответствующим ключам КУ на электровозах переменного тока отечественного производства). Реверсивные барабаны 340₁, 341₁ можно вращать лишь в том случае, если переключатель ступеней тягового трансформатора находится на нулевой позиции, так как на всех остальных позициях реверсоры блокируются электромагнитными защелками 340₃, 341₃ в избранном положении (защелки осуществляют механическое блокирование при отсутствии напряжения на их катушках). На нулевой позиции цепь питания блокирующих защелок создается следующим образом: от общего плюсового провода 823 через АЗВ 336 и контакты P1-R1 обоих реверсивных барабанов контроллеров 340₁, 341₁ получают питание катушки вентилей O 071₂₂ переключателей «Ход — Отключено» (071); блок-контакты S — T переключателя 071₃ замыкаются, через них, а также через блок-контакты Q — R переключателя ступеней 015₁₁ и контакты защитного реле между зажимами 1-2 в блоке 356 (замкнутые при нормальной работе ПС и при нахождении его на позициях) напряжение от провода 387 подается на катушки электромагнитных защелок 340₃, 341₃. Блокирующие защелки притянутся и освободят реверсивные барабаны 340₁, 341₁. Лампы 349, 350, установленные на пультах управления электровозом, сигнализируют о нулевом положении ПС: напряжение на сигнальные лампы приходит через блок-контакты Q-R (015₁₁) и контакты защитного реле между зажимами 1-2 в блоке 356.

Указатели позиций ПС также установлены на пультах управления электровозом. Цепь указателей позиций включает в себя сельсин-датчик 333 и сельсины-приемники 334, 335, которые питаются от блока 271.

Контроллеры машиниста в каждом пульте управления имеют, кроме реверсивных барабанов, еще два барабана: 340₂₁, 341₂₁ — для управления пневматическим двигателем переключателя ступеней и 340₂₂, 341₂₂ — для управления вентилями 061₂ — 063₂ ослабления поля тяговых двигателей, причем оба барабана каждого контроллера имеют механический привод от общего штурвала. Шунтировку поля тяговых двигателей можно осуществлять только после 26-й позиции контроллера машиниста, что обеспечивается блок-контактами L-K переключателя ступеней 015₁₁, замкнутыми на 26-й — 32-й позициях ПС.

Как сказано выше, приводным механизмом переключателя ступеней служит пневматический двигатель с двумя электропневматическими вентилями 015₈ и 015₉. В зависимости от возбуждения вентилей, а следовательно, положения поршней пневматического двигателя, его вал за один оборот на 360° может занимать четыре фиксированных положения. Полный поворот вала составляет цикл работы пневматического

¹ Рисунки со звездочкой помещены на вкладышах в конце книги.

двигателя и соответствует набору (или сбросу) двух позиций переключателем ступеней.

Таким образом, процесс регулирования скорости движения и тягового усилия электровоза сводится к управлению вентилями 015₈ и 015₉. Управление осуществляют либо барабаном контроллера 340₂₁ (из первой кабины машиниста), либо барабаном контроллера 341₂₁ (из второй кабины). Для примера рассмотрим процесс управления электровозом при движении вперед первой кабиной. В этом случае включен выключатель управления 368 и реверсивный барабан 340₁ установлен в положение *ХВн* (движение вперед). От общего плюсового провода 823 через АЗВ 336, контакты электропневматического клапана автостопа ЭПК1 и блокировку кранов машиниста 367.000, а также контакты *А-В* реверсивного барабана 340₁ контроллера напряжение подается на катушку двух электропневматических вентилях: 031₂₁ (*Вн* — движение вперед первой тележки) и 031₂₂ (*Нз* — движение назад второй тележки). Возбуждавшись, указанные вентили обеспечат перестановку реверсоров в требуемое положение. В то же время замкнутся левые (по схеме) блок-контакты *А-В* реверсоров 031₃ и их правые блок-контакты *С-Д*, благодаря чему питание будет подано на катушки обоих вентилях *Х* (движение) 071₂₁ по следующей цепи: провод 823 — АЗВ 336 — контакты ЭПК1 — контакты 376 000 — контакты *А1 — В1* реверсивного барабана 340₁ — левые блок-контакты *А-В* и правые блок-контакты *С-Д* реверсоров 031₃ — блок-контакты *Е1-Д1* реверсивного барабана 340₁ — параллельно включенные катушки вентилях *Х* (071₂₁).

Переключатели «Ход — Отключено» (071) соберут силовую цепь для движения электровоза, а их блок-контакты *М-Н* (071₃) подготовят цепь управления пневматическим двигателем посредством контроллера: провод 383, от которого питаются катушки обоих вентилях *Х* (071₂₁), — последовательно включенные блок-контакты *М-Н* (071₃) — АЗВ 348 — контакты 1-2 выключателя управления 368 — размыкающие контакты кнопки 344 («+1», набор одной позиции) маневрового контроллера — контакты *А2-В2* барабана контроллера 340₂₁ — контакты 3-4 выключателя управления 368 — катушка реле управления 353.

При помощи реле управления 353, а также реле набора 351 и реле сброса 352 контроллер машиниста осуществляет управление вентилями 015₈, 015₉ пневматического двигателя. Реле 353, получив питание, становится на самоподпитку от провода 404 через собственные замыкающие контакты 1-8, контакты *К — L* блокировочного барабана 015₇, размыкающие контакты кнопки 346 («—», автоматический сброс) маневрового контроллера, контакты 5-6 выключателя управления 368, контакты *С2-Д2* барабана контроллера 340₂₁, контакты 3-4 выключателя управления 368.

Набор 1-й позиции осуществляется при постановке штурвала контроллера в положение «+1». При этом цепь питания реле управления 353 разорвется контактами *А2-В2* барабана контроллера 340₂₁, однако реле не обесточится, так как питание на его катушку будет идти по описанной выше цепи самоподпитки. Одновременно включается реле

набора 351, напряжение на катушку которого подается от провода 419 через контакты E2-F2 барабана контроллера 340₂₁ и блок-контакты U-V переключателя ступеней (015₁₁), замкнутые на всех позициях, кроме 32-й.

Контакты 6-7 реле 351 создадут цепь питания вентиля 015₈ пневматического двигателя от провода 404 через контакты A-B блокировочного барабана ПС (015₇) и контакты 1-2 выключателя 330 аварийного управления ПС, замкнутые в нулевом (нормальном) положении. Пневматический двигатель начнет вращать свой вал, связанный с силовыми контактами ПС, и одновременно - блокировочный барабан 015₇. Повернувшись до положения II, барабан обеспечит замыкание блок-контактов C-D (015₇), в результате чего будет создана цепь питания катушки другого вентиля — 015₉ пневматического двигателя от того же провода 404 через контакты 6-9 реле 351 и контакты 7-8 выключателя 330. Пневматический двигатель будет продолжать вращаться и блокировочный барабан 015₇ займет положение III. В момент перехода из положения II в положение III контакты K-L блокировочного барабана 015₇ разорвут цепь питания реле управления 353, которое своими замыкающими контактами 1-8 выключит реле набора 351. Последнее замкнет размыкающие контакты 6-2, в результате чего создастся новая цепь питания катушек обоих вентилях 015₈, 015₉ (через размыкающие контакты 3-4 реле сброса 352 и контакты G-H барабана 015₇). Так как оба вентиля пневматического двигателя возбуждены, то он надежно фиксируется. Это положение соответствует 1-й позиции переключателя ступеней. При этом машинист должен вернуть штурвал в положение X, чем снова подаст питание на реле управления 353 (так как включатся контакты A2—B2 барабана контроллера 340₂₁).

Для набора следующей позиции штурвал контроллера снова ставится в положение «+1». Тем самым включается реле 351, которое контактами 6-2 прервет питание катушек вентилях 015₈, 015₉. При этом обесточится только катушка вентиля 015₈, так как катушка вентиля 015₉ получит питание через контакты 6-9 реле 351 и контакты C-D барабана 015₇. Благодаря тому, что вентиль 015₈ выпустит сжатый воздух из своего цилиндра пневматического двигателя, последний повернет вал так, что барабан 015₇ займет положение IV. Однако в этом положении он не останется, так как в момент перехода из положения III в положение IV обесточится катушка вентиля 015₉ (разомкнутся контакты C-D блокировочного барабана 015₇).

Между положениями IV и I контакты K-L блокировочного барабана 015₇ отключат реле 353, которое в свою очередь обесточит реле 351. В результате оба вентиля 015₈ и 015₉ окажутся невозбужденными, благодаря чему пневматический двигатель зафиксирует свое положение, соответствующее 2-й позиции. Набор 3-й и всех нечетных позиций осуществляется аналогично набору 1-й позиции, набор каждой четной позиции — набору 2-й позиции.

Работу переключателя ступеней сигнализируют на пультах управления лампы 338, 339, в цепи питания которых находятся блок-контакты Q-R блокировочного барабана 015₇, замкнутые, когда ПС нахо-

дится на позиции. Через эти же контакты получает питание катушка счетчика числа переключений 015₁₄.

Для того чтобы набор позиций осуществлялся автоматически, штурвал контроллера следует поставить в положение «+». При этом контактами A2 — B2 барабана контроллера 340₂₁ создается постоянная цепь питания реле набора 351. Последовательность включения и выключения вентилях 015₈ и 015₉ такая же, как описанная выше. Пневматический двигатель будет вращаться постоянно, так как реле 353 и 351 все время включены. Набор прекратится либо после того, как переключатель ступеней придет на 32-ю позицию, когда его блок-контакты U-V (015₁₁) обесточат реле набора 351, либо после постановки в положение X штурвала контроллера, контакты барабана которого A2-B2 (340₂₁) разорвут цепь питания катушки реле 351.

Сброс осуществляется после постановки штурвала контроллера либо в положение «—1» (сброс одной позиции), либо в положение «—» (автоматический сброс). В этом случае вентилями 015₈ и 015₉ управляют те же реле управления 353 и реле сброса 352. Катушка реле 352 питается от провода 404 через замыкающие контакты 1-8 реле 353, контакты M-N барабана 015₇, замыкающие контакты кнопки 344 маневрового контроллера, контакты 7-8 выключателя управления 368, контакты G2-12 и J2-K2 барабана контроллера 340₂₁, блок-контакты G-H переключателя ступеней (015₁₁).

Питание реле управления 353 осуществляется так же, как при наборе катушки вентилях 015₈ и 015₉ питаются через размыкающие контакты реле набора 351, контакты реле сброса 352 и контакты барабана 015₇, но в последовательности, обратной той, которая существует при наборе позиций, в результате чего пневматический двигатель будет вращать вал ПС в обратную сторону.

При автоматическом сбросе контакты A2-B2 барабана контроллера 340₂₁ будут включены постоянно, поэтому пневматический двигатель будет вращать вал переключателя ступеней либо до нулевой позиции ПС, либо до тех пор, пока штурвал контроллера не будет установлен в положение X.

В схеме электровоза имеется реле времени (блок 356), с помощью которого осуществляется защита переходных резисторов переключателя ступеней от перегорания в случае застревания ПС между позициями. Питание катушки защитного реле в блоке 356 осуществляется через контакты S-T барабана 015₇, поэтому если ПС задержится между позициями дольше, чем на 0,5—0,8 с, контакты реле между зажимами 6-7 блока 356 (в проводах 478 и 479) разорвут цепь питания удерживающей катушки главного выключателя. При этом на пульте управления электровозом будет гореть сигнальная лампа 338 (339) «Промежуточное положение ПС», напряжение на которую подается контактами Q-R блокировочного барабана 015₇.

Для обеспечения удобства управления электровозом при маневрах в кабинах рядом с окном со стороны машиниста установлены маневровые контроллеры с кнопками 344 (345) («+1», набор — одной позиции) и 346 (347) («—», автоматический сброс). С помощью этих кнопок можно управлять реле набора 351 и реле сброса 352.

В исключительных случаях, — когда не собирается по какой-либо причине цепь управления электровозом, — допускается использование переключателей 331, 332 аварийного управления ПС, контакты которых непосредственно связаны с катушками вентилей 015₈, 015₉ пневматического двигателя. Для перехода на аварийное управление необходимо расцепить выключатель 330 и установить его в положение I или II в зависимости от того, из какой кабины производится управление электровозом. После этого с помощью одного из переключателей — 331 или 332 — можно непосредственно управлять пневматическим двигателем переключателя ступеней. Цепь питания катушек вентилей 015₈, 015₉ при этом защищена от токовых перегрузок посредством АЗВ 359.

§ 24. ЦЕПИ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗОМ ЧС4^т

Цепи управления электровозом ЧС4^т в режиме тяги практически не отличаются от описанных в предыдущем разделе аналогичных цепей электровоза ЧС4, и процессы управления электровозами обеих серий в тяговом режиме одинаковы. Поэтому при рассмотрении схемы цепей управления электровозом ЧС4^т целесообразно ограничиться описанием ее работы при реостатном торможении.

Включение реостатного тормоза осуществляется в любом случае торможения: как при управлении краном машиниста усл. № 395, так и при использовании специальной рукоятки реостатного тормоза 324 (325). Цепь питания катушки реле 327 (основного реле) (рис. 79*), осуществляющего перевод схемы из тягового режима в режим реостатного торможения, подготовлена для включения следующим образом: от провода 330 (напряжение на этот провод подается от общего плюсового провода 823 через АЗВ 315, контакты 367. 000, ЭПК 340₁ или 341₁, 031₃) через размыкающие контакты реле 342, включенные при отсутствии замыкания на землю в цепи тяговых двигателей, размыкающие контакты реле давления 360, установленного на магистрали, заполняемой от крана вспомогательного тормоза, и контакты реле давления 350, которое связано со скоростным регулятором «Дако» (включается при скоростях выше 40 км/ч). Реле 327 включается сразу после замыкания контактов реле давления 364, что происходит в момент, когда давление сжатого воздуха в магистрали, заполняемой от воздухо-распределителя, достигает 0,6—0,8 кгс/см². После включения реле 327 через его замыкающие контакты 7-8 напряжение от провода 330 подается на катушку реле сброса 352, что вызывает вращение привода ПС в сторону уменьшения позиций. Другие контакты реле 327 (11-12) разрывают цепь питания катушек вентилей X 071₂₁ переключателя «Ход — Тормоз» и реле времени 328. Примерно через 2 с после этого (задержка на отпадание контактов реле времени 328) потеряет питание катушка реле 329, в результате чего обесточатся все шесть катушек вентилей 028₂ — 030₂, и линейные контакторы 028 — 030 отключат тяговые двигатели. Выдержка времени на отключение реле 329 введена с целью уменьшения тока в цепях тяговых двигателей перед их отключением

линейными контакторами (за 2 с переключатель ступеней сбрасывает 2—3 позиции). После отключения линейных контакторов через их размыкающие контакты 028_1 — 030_1 и замыкающие контакты 4-5 реле 327 напряжение от провода 330 подводится к катушкам вентилей $T\ 071_{22}$, и переключатели X — T устанавливаются в положение «Тормоз». При этом замыкаются блок-контакты $S-T$ ($072_{3/1}$, $071_{3/11}$) и через них, а также блок-контакты $C-D$, $G-H$ и $K-L$ переключателя аварийного режима АТД, напряжение от провода 346 подводится к катушке реле времени 328. После включения замыкающих контактов реле 328 в цепи катушки реле 329 последнее через свои замыкающие контакты создает цепь питания катушек вентилей 028_2 — 030_2 линейных контакторов. Включившись линейные контакторы своими силовыми контактами, замыкают цепь якорей тяговых двигателей на тормозные резисторы. Несмотря на размыкание контактов 028_1 — 030_1 в цепи провода 334 напряжение к проводу 346 будет приходить через блок-контакты $O-P$ (071_3), замкнутые при реостатном торможении. Одновременно с включением реле времени 328 создается цепь питания катушки промежуточного реле 357: от провода 342 через замыкающие контакты 1-2 реле 327, контакты тепловых реле 316 и 317, обеспечивающих защиту тормозных резисторов в случае превышения допустимой температуры, и замыкающие блок-контакты контактора 406, контролирующего наличие напряжения в контактной сети.

После включения реле 357 замыкаются его контакты, и от провода 350 через блок-контакты жалюзи тормозных резисторов 354, замыкающие контакты промежуточного реле 343, напряжение подводится к катушке вентилей электропневматического контактора 037, силовые контакты которого подключают последовательно соединенные обмотки возбуждения тяговых двигателей к управляемой выпрямительной установке 021. Питание катушки промежуточного реле 343 осуществляется при нормальном режиме торможения через замыкающие контакты реле времени PB в блоке 365 (о его работе см. ниже). По этой же цепи после включения контактора 037 подается питание к катушкам блокировочных вентилей 348, 358. При этом сжатый воздух из тормозных цилиндров (наполнение которых продолжалось в течение всего процесса сбора схемы реостатного торможения) выпускается в атмосферу. Одновременно с возбуждением блокировочных вентилей 348, 358 напряжение от провода 343 через замыкающие блок-контакты контактора 037 подводится к блоку электронного регулятора управляемой выпрямительной установки 021, и начинается процесс нарастания тока возбуждения и соответственно тока якорей тяговых двигателей. В дальнейшем регулирование величин токов осуществляется в соответствии с изменением давления в датчике тормозной силы, установленного на магистрали, заполняемой от электровоздухораспределителя.

Описанный процесс включения реостатного тормоза, соответствующий режиму служебного торможения, при экстренном торможении протекает несколько иначе. В случае снижения давления в тормозной магистрали ниже 3 кгс/см^2 замыкающие контакты реле давления 377 разрывают цепь питания катушки реле 326, вследствие чего отключается

реле 329. Таким образом, отключение линейных контакторов 028 — 030 происходит без выдержки времени, что ускоряет процесс сбора схемы реостатного торможения. По той же причине включение реле 327 происходит не под контролем реле давления 364, контакты которого, как указано выше, замыкаются при нарастании давления до 0,6—0,8 кгс/см², а сразу после выключения реле 326 через его размыкающие контакты. Переход переключателя 071 в положение *T* осуществляется по описанной выше цепи, после чего через блок-контакты *K-L* (071₃/I) подается питание на катушку реле 329. Цепь питания катушки контактора 037 также остается прежней, отличие состоит лишь в работе блока 365.

Блок 365 служит для повышения надежности работы систем в режиме экстренного торможения. Действие блока заключается в следующем. Одновременно с отключением реле 326 теряет питание катушка реле времени *PВ* в блоке 365. Поэтому напряжение к реле 343, а после включения контактора 037 — и к катушкам вентилей 348, 358, подводится с выдержкой времени. При нормальной работе системы в режиме экстренного торможения нарастание тока возбуждения и соответственно, токов якорей тяговых двигателей происходит предельно быстро (в течение 1—1,5 с до максимальной величины). Это обеспечивается сигналом экстренного торможения, поступающим в электронный регулятор управляемой выпрямительной установки 021 после замыкания контактов регулятора давления 377. Как только токи якорей тяговых двигателей достигнут уставки (950 А), включается связанное с силовой цепью электровоза двухобмоточное реле *P1* в блоке 365. Через замыкающие контакты последнего получает питание катушка реле *P2* в блоке 365, в результате чего напряжение на провод 428 будет подано независимо от реле времени *PВ*. Если из-за какой-либо неисправности в системе реостатного тормоза тормозной ток за время задержки реле времени *PВ* не достигнет уставки срабатывания реле *P1*, потеряют питание катушки вентилей 348, 358, а также реле 343, и произойдет включение пневматического тормоза с одновременным отключением реостатного.

Работа реостатного тормоза при экстренном торможении осуществляется в диапазоне скоростей движения выше 40 км/ч. При меньших скоростях размыкаются контакты реле давления 350, теряет питание катушка реле 327, реостатный тормоз отключается и замещается пневматическим. В режиме служебного торможения реостатный тормоз остается включенным независимо от срабатывания реле давления 350, так как контакты этого реле шунтируются цепью последовательно включенных замыкающих контактов реле 327, реле давления 364 и размыкающих контактов реле 326. Наличие в этой цепи замыкающих контактов реле 327 обеспечивает включение реостатного тормоза только при скоростях выше 40 км/ч, так как ниже этой скорости эффективность реостатного тормоза меньше, чем пневматического.

Для проверки работы реостатного тормоза на стоянке служат кнопки 318 и 323, которые позволяют шунтировать реле давления 350.

Перевод схемы из режима реостатного торможения в режим тяги происходит при отпуске тормозов краном машиниста или рукояткой

реостатного тормоза, когда из-за снижения давления сжатого воздуха в магистрали, заполняемой от электровозовоздухораспределителя до 0,6—0,8 кгс/см², размыкаются контакты реле давления 364 в цепи питания катушки реле 327. После отключения этого реле размыкаются его замыкающие контакты 4-5, в результате чего теряют питание катушки вентилей *T* (071₂₂) и реле времени 328. Приблизительно через 2 с (установка реле времени 328) включается реле 329, а затем — линейные контакторы 028 — 030. Сбор силовой схемы осуществляется в описанной выше последовательности после возбуждения вентилей *X* (071₂₁) переключателя «Ход — Тормоз».

§ 25. ЦЕПИ УПРАВЛЕНИЯ ПЕСОЧНИЦАМИ, ЗВУКОВЫМИ СИГНАЛАМИ И ОСВЕЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОВОЗА

В связи с тем, что возможные повреждения в цепях управления песочницами и звуковыми сигналами, а также в цепях освещения электровоза непосредственно не влияют на работоспособность тягового оборудования, эти цепи не связаны электрически с системами отыскания неисправностей (на электровозах ЧС4 это система «БОН», на электровозах ЧС4^т — система «ПУМ — Шкода»).

Подача песка под колеса электровоза осуществляется при возбуждении электропневматических вентилей 471₁, 471₂ [470, 471] (рис. 80). Последовательно с их катушками включены блокировочные контакты 031_{3/1}, 031_{3/11} реверсоров, которые в зависимости от направления движения электровоза готовят цепь включения одного из указанных вентилей. Параллельно катушкам вентилей включены разрядные резисторы 472, 473. Напряжение на катушки вентилей можно подать с помощью ножной педали 458 (459) или кулачковым переключателем 456 (457). При постановке переключателя в положение *P* (ручное

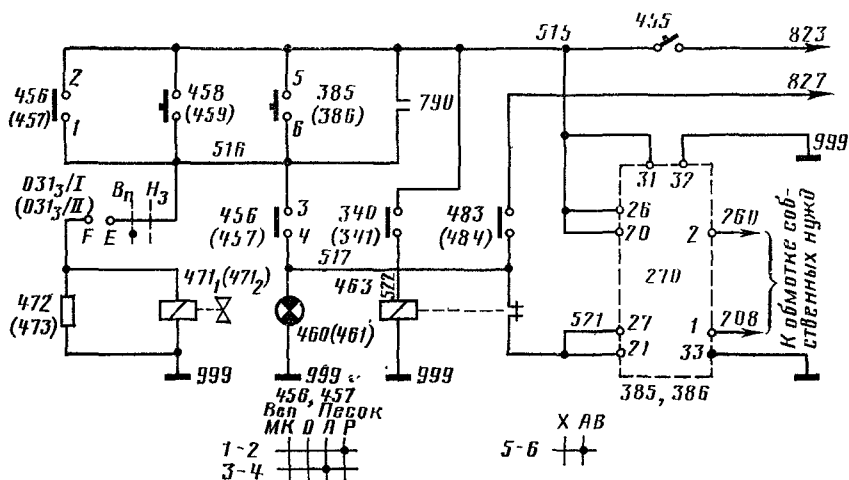


Рис. 80. Схема цепей управления электропневматическими вентилями песочниц электровоза ЧС4

управление подсыпкой песка) электропневматические вентили песочниц возбуждаются сразу. Когда переключатель 456 (457) находится в положении А (автоматическое управление подсыпкой песка с помощью блока 270), создается цепь: общий плюсовой провод 823 — АЗВ 455 — исполнительный элемент устройства противобоксовочной защиты между выводами 20, 26 и 21, 27 блока 270 — размыкающие контакты реле 463, предназначенного для исключения автоматической подсыпки песка при движении электровоза на позициях ослабленного поля тяговых двигателей, — контакты 3-4 переключателя 456 (457) — блок-контакты 031_{3/1} (031_{3/11}) реверсоров — катушка электропневматического вентиля 471₁ (471₂) [470 (471)]. Описанная цепь обеспечивает автоматическое включение песочниц в начале боксования колесных пар электровоза. Во время автоматической подсыпки песка загораются красные сигнальные лампы 460 (461), расположенные на пультях управления электровозом.

Песок под колеса электровоза подается также при возникновении аварийных ситуаций, а именно, при срабатывании вспомогательного реле 790 автоматической локомотивной сигнализации (АЛСН) и в случае приведения в действие аварийного выключателя «Стоп» 385 (386) [319 (320)]. При этом питание на катушки электропневматических вентилях 471₁ (471₂) [470 (471)] будет подано в обход переключателей песочниц 456 (457), а следовательно, независимо от их положения — Р или А. Отметим, что контакты реле 790 включены в рассмотренные цепи на электровозах, начиная с ЧС4-062, а контакты аварийного выключателя 385 (386) [319 (320)] и реле 463 — с электровозов ЧС4-162. На электровозах ЧС4^г в цепь управления песочницами включены также коммутирующие элементы, связанные с системой управления реостатным тормозом — реле [326, 478, 480] и блок регулирования ступеней тормозной силы [474].

Управление электропневматическими вентилями тифонов 541 и 543 (рис. 81) осуществляется либо с помощью ножной педали 538 (539), либо кнопками 548 (549) на пульте управления электровозом со стороны помощника машиниста. Катушки вентилях соединены параллельно, поэтому всегда одновременно включаются оба тифона.

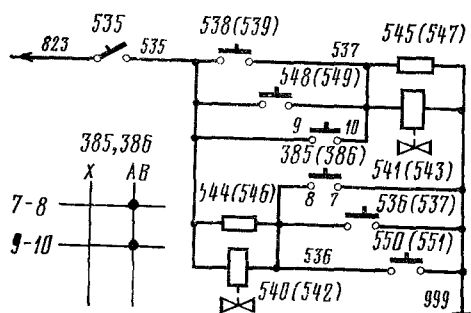


Рис. 81. Схема цепей управления электропневматическими вентилями звуковых сигналов электровоза ЧС4

Катушки электропневматических вентилях свистков 540 и 542 также включены параллельно и управляются кнопками 536 (537), вмонтированными в штурвал контроллера машиниста, и кнопками 550 (551), установленными рядом с маневровым контроллером.

На электровозах начиная с ЧС4-162 предусмотрено автоматическое включение всех звуковых сигналов после срабатывания аварийного выключателя «Стоп» 385 (386) [319 (320)].

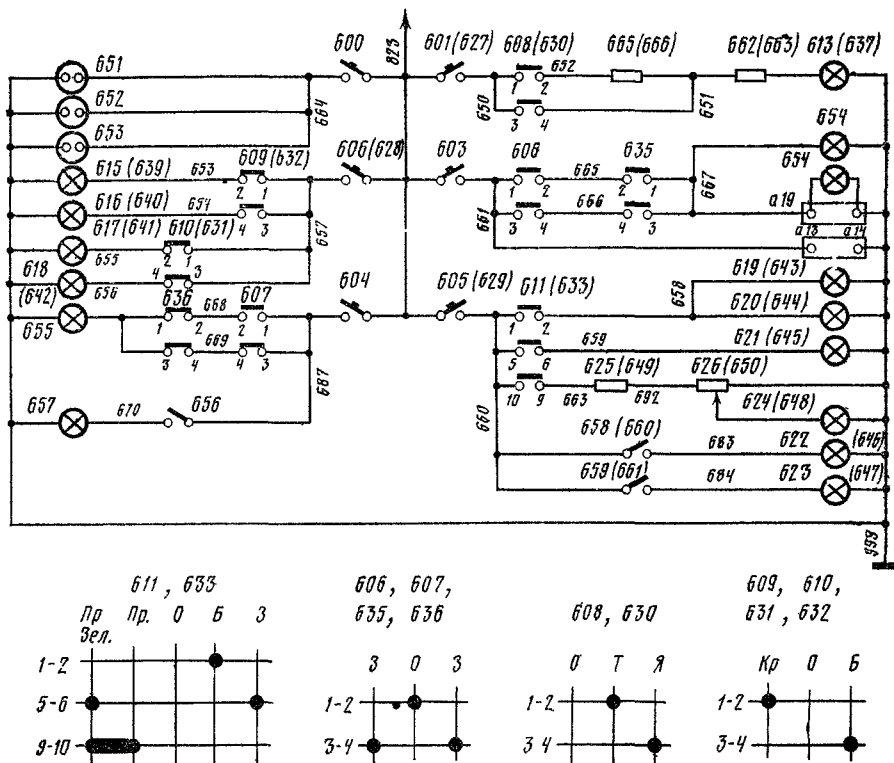


Рис 82 Схема цепей освещения электровоза ЧС4

К цепям освещения (рис. 82) относятся цепи светильников внутри и снаружи электровоза, буферных фонарей, прожекторов, а также розеток постоянного тока. Указанные цепи питаются от аккумуляторной батареи (зарядного устройства) и разделены между собой таким образом, что повреждение одного из участков схемы не мешает работе остальных. Защита цепей от токовых перегрузок осуществляется посредством АЗВ 600—605 и 627 — 629.

В кабинах электровоза установлены лампы белого (619, 620 — в первой кабине, 643, 644 — во второй) и зеленого света (621 — в первой кабине, 645 — во второй). На электровозах ЧС4 до № 160 включительно во второй кабине имеются также две лампы освещения умывальника, включаемые собственным выключателем (на рис. 82 не показаны).

В пульты управления вмонтированы лампы 623, 647 — для освещения стола со стороны помощника машиниста и лампы 624, 648 для подсветки измерительных приборов. На электровозах ЧС4 в пультах со стороны машиниста расположены также лампы 622, 646 для освещения расписания движения, а на электровозах ЧС4^т лампы [614, 622] для освещения speedометров. Лампы 624, 648 включены через реостаты 626, 650, что позволяет регулировать степень освещенности

измерительных приборов. Включение и выключение указанных ламп осуществляется расположенными на пультах управления переключателями 611, 633 и 658—661 [659, 661].

Машинное помещение и высоковольтная камера освещаются двадцатью шестью (на ЧС4^т двадцатью тремя) светильниками 654, а для освещения ходовых частей использовано восемь светильников 655. Напряжение на лампы 654, 655 подается переключателями соответственно 606, 635 и 607, 636, расположенными в кабинах электровоза. Включение и выключение светильников возможно из любой кабины независимо от положения соответствующего переключателя в другой кабине.

Светильники 657, установленные в шкафу с контакторами и реле, получают питание через выключатель 656, расположенный на боковой стенке шкафа.

Буферные фонари белого и красного света 615—618 и 639—642 можно включить и выключить переключателями 609, 610 и 631, 632.

В перечисленных цепях освещения использованы лампы мощностью 20 Вт. Исключение составляют лампы 619 и 643 в кабинах—«яркое освещение» по 40 Вт, и лампы 624, 648 для подсветки измерительных приборов на электровозах ЧС4^т по 5 Вт.

В прожекторах 613, 637 установлены лампы мощностью по 500 Вт. Яркость свечения регулируют переключателями 608, 630 путем подключения или отключения добавочных резисторов 665, 666. На электровозах до ЧС4-062 в прожекторах дополнительно установлены лампы 614, 638 низкого накала (60 Вт), а регулировочные резисторы 665, 666 отсутствуют.

Розетки постоянного тока размещены следующим образом:

651 — по одной розетке в каждой кабине электровоза и одна розетка в кузове рядом с радиостанцией;

652 — четыре розетки в машинном помещении;

653 — четыре розетки на раме кузова снаружи электровоза.

§ 26. ЦЕПИ ЗАЩИТЫ, СИГНАЛИЗАЦИИ И КОНТРОЛЯ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ОБОРУДОВАНИЯ

Одним из основных требований при разработке схем электровозов является обеспечение защиты оборудования от опасных режимов, которые возможны в эксплуатации. Такие режимы могут возникнуть при коротких замыканиях в электрических цепях или вследствие превышений предельных параметров оборудования (токовые перегрузки, чрезмерное повышение или снижение величины напряжения и т. п.). При этом действие защитных устройств должно осуществляться в соответствии со степенью опасности нарушения режима работы оборудования. В одних случаях достаточно воздействия только на источник опасности—например, снижение силы тяги или восстановление сцепления колес с рельсами отключение электровоза от контактной сети главным выключателем.

Указанные принципы защиты осуществлены на электровозах ЧС4 и ЧС4^т, причем во всех случаях срабатывания защитных устройств локомотивная бригада получает сигнал, указывающий цепь, в которой возник опасный режим. В связи с этим целесообразно рассматривать действие защит одновременно по двум схемам (см. рис. 84 и 85). Для удобства использования этих схем локомотивными бригадами сигнальные лампы (рис. 83) и электроизмерительные приборы на них изображены в той последовательности, в какой они расположены на пультах управления электровозом. При этом показаны только приборы и лампы, установленные в первой кабине машиниста. Такие же приборы и лампы, относящиеся ко второй кабине, обозначены цифрами в круглых скобках. Этот же принцип использован по отношению к остальному оборудованию: на схемах изображены аппараты и устройства, принадлежащие первой тележке электровоза, а относящиеся ко второй условно даны номерами в скобках.

Большая часть устройств защиты при своем срабатывании вызывает отключение главного выключателя. Цепь удерживающей катушки ГВ разрывается либо собственными контактами защитных аппаратов, либо с помощью блока защит 850 (см. рис. 74). Описание внутреннего устройства блока защит 850 приведено ниже в § 61; в настоящем разделе рассмотрим работу самих датчиков защиты и связанных с ними цепей.

Токовые перегрузки фиксируют следующие защитные устройства (рис. 84 и 85):

трансформатор тока 008 [015₁₇] — в цепи первичной обмотки тягового трансформатора;

трансформаторы тока 145, 146 (145 — 148 — на электровозах до ЧС4-062) — в цепях вторичных обмоток трансформатора;

трансформатор тока 701 (015₂₀) — в цепи обмотки отопления поезда от электровоза;

реле перегрузки 025 — 027 — в цепях тяговых двигателей;

реле перегрузки [065 — 067] — в цепях реостатного тормоза (на рис. 85 не показаны, так как они установлены только на электровозах ЧС4^т).

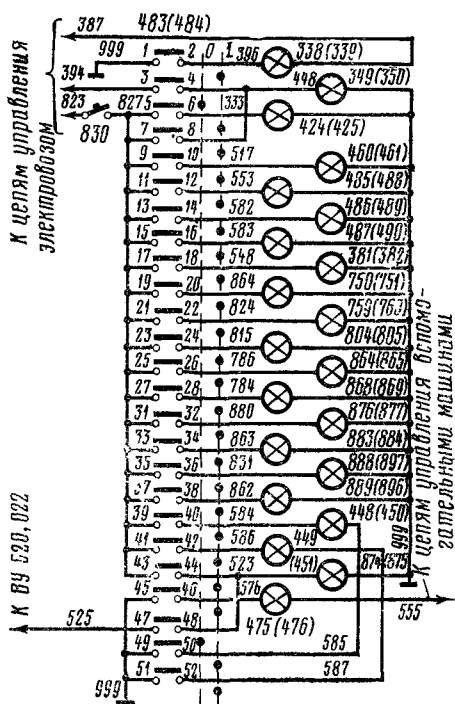


Рис. 83 Схема цепей проверки сигнальных ламп на пульте управления электровозов ЧС4

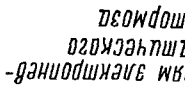


Рис. 84 Схема включения сигнальных ламп на пульте управления электровоза ЧС4

Уставки срабатывания защит, датчиками которых являются трансформаторы тока, задают посредством токовых реле в блоке защит 850. Уставки реле перегрузки определяются настройкой самих реле.

Встречно включенные вторичные обмотки $1k$ — $1l$ трансформаторов тока 008, 009 [015₁₇, 015₁₈] служат датчиками дифференциальной защиты тягового трансформатора, которая реагирует на неравенство первичных токов со стороны высоковольтного ввода и со стороны заземляющего устройства (например, при появлении «земли» в цепи первичной обмотки 015₁ тягового трансформатора).

Защиту от опасных снижений или повышений переменного напряжения осуществляют реле групп 851, 853 в блоке защит 850. Напряжение контролируется на выводах $d0$ — $d2$ [E — H] обмотки собственных пущ 015_4 тягового трансформатора, которое подводится на зажимы 24, 25 и 34, 35 блока защит 850. С группой реле 851 связан также контактор 406, обеспечивающий питание цепей управления вспомогательными машинами.

При срабатывании всех перечисленных выше защитных устройств через блок защит 850 отключается главный выключатель, на пультах управления электровозом загораются желтые сигнальные лампы 889 (896) «Защита», а сигнальные реле блока указывают цепь, в которой произошло повреждение.

Отключение ГВ посредством блока защит 850 происходит также при пробое двух последовательно включенных вентилях в тяговых выпрямительных установках (ВУ) 020 (022), так как такое повреждение может привести к сквозному пробое плеч выпрямительных мостов. Соответствующий сигнал от ВУ приходит на зажим 47 блока защит 850, а на пультах управления электровозом одновременно с сигнальными лампами 889 (896) включаются желтые лампы 874 (875).

При пробое одного вентиля в тяговых ВУ или во вспомогательных ВУ (220), т. е. при повреждениях, не вызывающих возникновения аварийной ситуации, ГВ не отключается, но загораются желтые сигнальные лампы соответственно 864 (865) и 868 (869). Отключение ГВ не происходит также при появлении «земли» в цепях вторичных обмоток 015₂ и в цепи обмотки собственных нужд 015₄ тягового трансформатора. Такое решение принято в связи с тем, что тяговые цепи и цепи вспомогательных машин электровозов ЧС4 и ЧС4^г не имеют заземления и, следовательно, появление в них «земли» еще не приводит к опасности повреждения электрического оборудования. Датчиками заземления служат резисторы 122 (123) в тяговых цепях и 227, 228 в цепях вспомогательных машин, подключенные к выводам соответствующих обмоток тягового трансформатора как делители напряжения. При возникновении заземления в описываемых цепях световая сигнализация на пультах управления осуществляется желтыми лампами 888 (897), связанными с блоком защит 850, и красными лампами 876 (877), получающими питание через группу реле 840 (описание работы этой группы реле см. в § 61). Одновременно выпадают флажки сигнальных реле, указывающих цепь, в которой появилась «земля».

На рис. 85 условно показаны также цепи защиты электровоза от боксования, в которые входят датчики 111, 112 и система управления

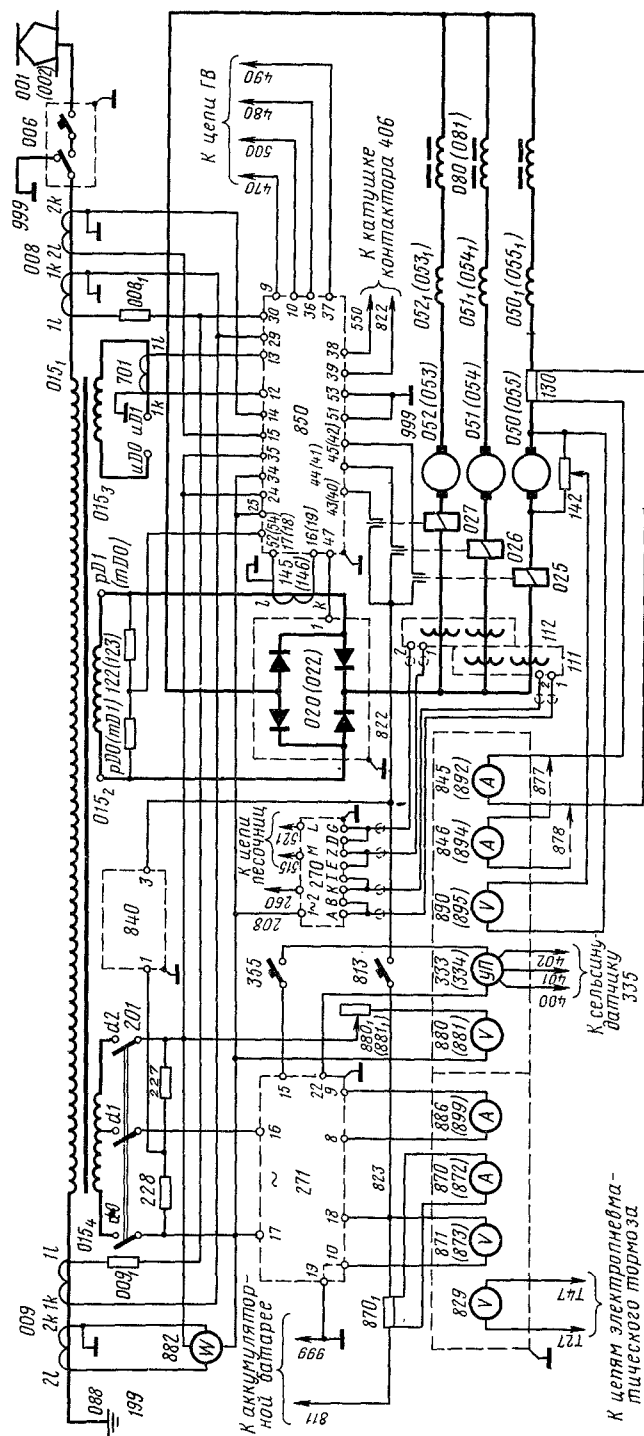


Рис. 85. Схема цепей защиты и контроля режимов работы оборудования электровоза ЧС4

(блок 270). В качестве датчиков боксования колесных пар используются магнитные усилители, обмотки которых включены в тяговые цепи таким образом, что токи тяговых двигателей в каждой тележке сравниваются между собой. За начало боксования принимается момент, когда разница токов тяговых двигателей достигает уставки защиты (около 130 А). Сигналы с датчиков по экранированным проводам поступают в блок 270, который при боксовании воздействует на электропневматические вентили песочниц и подает напряжение на красные лампы 460 (461), расположенные на пультах управления электровозом. Отметим, что указанные сигнальные лампы загораются также при нажатии машинистом педалей 458 (459) подсыпки песка, если при этом переключатель 456 (457) находится в положении «Автоматическая работа песочниц» (подробное описание этих цепей см. § 25 и 66).

В дополнение к уже описанным сигнальным цепям, связанным с ГВ, укажем цепи сигнальных ламп, принадлежащих защитным устройствам, которые воздействуют на ГВ, минуя блок защит 850 (см. рис. 74).

Желтые сигнальные лампы 381 (382) горят в том случае, если не заблокировано какое-либо высоковольтное оборудование. При этом ГВ невозможно включить, так как цепь питания его удерживающей катушки разорвана замыкающими контактами реле безопасности 380.

Желтые сигнальные лампы 883 (884) горят при срабатывании газового реле 015₁₆ тягового трансформатора (реле Бухгольца). Причем при малой интенсивности образования газов включаются только замыкающие контакты реле 105₁₆ в цепи сигнальных ламп. При интенсивном образовании газов или внезапной утечке масла из бака тягового трансформатора срабатывают также размыкающие контакты реле Бухгольца, вызывая тем самым отключение ГВ.

Желтые сигнальные лампы 484 — 487 (488 — 490) горят, когда не работают мотор-вентиляторы тягового оборудования электровоза. Если после набора 2-й позиции контроллера машиниста (на электровозах ЧС4^т — 1-й позиции) мотор-вентиляторы не запустятся, то приблизительно через 5 с произойдет отключение ГВ контактами воздушоструйных реле 426 — 429 (437 — 450), а на электровозах ЧС4^т — контактами реле мощности, встроенными в ВУ 020 (022).

Красные сигнальные лампы 338 (339) горят, когда ПС находится в промежуточном положении (фиксированным позициям контроллера машиниста соответствуют положения I и III блокировочного барабана 015₇ пневматического двигателя ПС). Если ПС по какой-либо причине задержится между позициями регулирования дольше допустимого времени (уставка защиты составляет 0,5—0,8 с), произойдет отключение ГВ, цепь питания удерживающей катушки которого прервется замыкающими контактами реле 356. При возвращении ПС на нулевую позицию загораются зеленые сигнальные лампы 349 (350). Остальные цепи сигнализации, изображенные на рис. 84, не связаны с главным выключателем.

Красные сигнальные лампы 804 (805) горят, когда работает вспомогательный компрессор 812, включаемый переключателем 456 (457). Желтые сигнальные лампы 759 (760) горят, если температура в машинном помещении (ВБК) превышает уставку термостатов 757 (758),

составляющую 60°C (эти цепи имеются только на электровозах ЧС4). Желтые лампы 750 (751) сигнализируют о том, что достигнута предельная температура трансформаторного масла $+90^{\circ}\text{C}$. На электровозах до ЧС4-160 включительно для контроля температуры использован контактный термометр 015₁₃, на электровозах, начиная с ЧС4-162 и на всех электровозах ЧСЧ^т термостат 015₁₃ и показывающий термометр 015₁₄.

При работе устройства фильтрации масла в переключателе ступеней горят желтые лампы 475 (476), включаемые контактами реле давления 015₁₅.

На электровозах, начиная с ЧС4-162, осуществляется также контроль давления смазки компрессорных агрегатов. Для этой цели предназначены реле давления 446, 447, которые при возникновении повреждения в системе смазки включают белые сигнальные лампы 448 — 451, причем, на электровозах ЧС4 — непосредственно своими контактами, а на электровозах ЧСЧ^т — через контакты вспомогательных реле 441, 442. Отметим также, что на электровозах ЧС4 сигнальные лампы «Смазка компрессоров» в первой кабине обозначены номерами 448, 449; во второй кабине — 450, 451, а на электровозах ЧСЧ^т — соответственно [448, 450] и [449, 451].

Три последние сигнальные лампы (белые буквы «Т», «П», «С» на черном фоне) загораются при работе электропневматического тормоза: ЛТ — «Торможение», ЛП — «Перекрыша», ЛС — «Отпуск тормозов».

В связи с тем, что нормальное состояние сигнальных ламп выключенное и они загораются при повреждении в контролируемой цепи, в случае выхода из строя лампы локомотивная бригада не получит сигнала о нарушении нормального режима работы оборудования. Поэтому на электровозах (с ЧС4-012) предусмотрена возможность быстрой проверки сигнальных ламп, для чего использованы многополюсные переключатели 483, 484 [384, 385], соединенные с лампами согласно схеме рис. 83 (на рис. 84 провода, идущие к этим переключателям не показаны). Периодический контроль целостности сигнальных ламп сводит к минимуму вероятность возникновения указанной выше нежелательной ситуации.

В цепи первого (050) и шестого (055) тяговых двигателей включены измерительные шунты 130 [130, 131] (см. рис. 60 и 61). На электровозах ЧС4 шунты расположены между якорями тяговых двигателей 050, 055, и их обмотками возбуждения 050₁, 055₁. К шунтам присоединены амперметры (милливольтметры) 845, 846, установленные на пультах управления электровозом в первой кабине машиниста, и амперметры 892, 894, смонтированные на пультах во второй кабине. Измерительные шунты [130, 131] электровозов ЧСЧ^т расположены с плюсовой и минусовой сторон тяговых двигателей 050, 055. Присоединенные к ним амперметры [845 — 848] служат для измерения токов как в режиме тяги, так и в режиме электрического торможения. В режиме тяги амперметры показывают токи первого и шестого тяговых двигателей (как и на электровозах ЧС4). При электрическом торможении по шунтам [130] проходит ток возбуждения, измеряемый амперметрами

[847, 848], по шунтам [131] — тормозной ток, измеряемый амперметрами [845, 846].

Напряжение тяговых двигателей снимается также в цепях первого и шестого тяговых двигателей. Измерительные вольтметры 890 (895) через добавочные резисторы 142 включены параллельно коллекторам тяговых двигателей 050 и 055. На электровозах ЧС4^т указанные вольтметры включены через выпрямительные мосты для того, чтобы измерять напряжение как в режиме тяги, так и при электрическом торможении, когда полярность напряжения на якорях тяговых двигателей меняется. Мосты, состоящие из кремниевых вентилях, и добавочные резисторы обозначены по схеме общим номером 142.

Величину напряжения в контактной сети показывают вольтметры 880 (881). Как принято на электровозах переменного тока, вольтметры подключены к обмотке собственных нужд 015₄ тягового трансформатора. Это делается по той причине, что измерение напряжения непосредственно на первичной обмотке 015₁ сопряжено с установкой дополнительного измерительного трансформатора с изоляцией на полное напряжение контактной сети. Вместе с тем, напряжение на обмотке собственных нужд пропорционально напряжению на первичной обмотке — соотношение их величин определяется коэффициентом трансформации. Строго говоря, при работе электровоза на величину напряжения обмотки собственных нужд влияет не только изменение напряжения на первичной обмотке, но и процессы, происходящие в силовых цепях электровоза — потери напряжения от тяговой нагрузки и тока вспомогательных машин. Однако эти дополнительные потери незначительны, особенно на электровозах с высоковольтным регулированием, какими являются электровозы ЧС4 и ЧС4^т, и показания вольтметров 880 (881) с достаточной для эксплуатационной работы точностью соответствуют напряжению контактной сети. Шкалы приборов поэтому отградуированы на напряжение 0 — 30 кВ. Регулировочные резисторы 880₁, 881₁ служат для настройки вольтметров. На электровозах ЧС4 напряжение измеряется на выводах *dd* — *d2* обмотки 015₄ (25 кВ соответствуют 260 В), на электровозах ЧС4^т — на выводах *E* — *H* (25 кВ соответствуют 266 В).

В группу электроизмерительных приборов, по которым машинист контролирует режимы работы тягового оборудования (эти пять приборов расположены на пультах управления электровозом под общей декоративной рамкой), входит указатель позиций 333 (334) переключателя ступеней. Связь между положением стрелки указателя позиций и положением ПС осуществляют сельсины. Однофазный переменный ток к обмоткам статоров сельсинов приходит через АЗВ 355 от понижающего трансформатора напряжения в блоке 271. На электровозах ЧС4^т питание сельсинов производится от отдельного стабилизатора напряжения [275] и трансформатора [278]. Трехфазные обмотки роторов сельсинов-приемников 333, 334 и сельсина-датчика 335 соединены между собой проводами 400 — 402 (на электровозах ЧС4^т — проводами 433 — 435).

Левее перечисленных приборов на пультах управления электровозом также под общей декоративной рамкой расположены два ампер-

метра и два вольтметра. Амперметры 886 (899), (см. рис. 85), показывающие ток зарядного устройства аккумуляторной батареи, подключены к измерительному шунту внутри блока 271. Провода от амперметров 870 (872) аккумуляторной батареи подсоединены к измерительному шунту 870₁. На электровозах ЧС4^т оба измерительных шунта находятся внутри зарядного устройства и обозначены В1, В2. Амперметры 870 (872) имеют шкалы с нулем посередине (60 — 0 — 60 А), что позволяет судить не только о величине тока, но и о его направлении (режим заряда или разряда аккумуляторной батареи).

Вольтметры 871 (873), показывающие напряжение аккумуляторной батареи (зарядного устройства), подключены без добавочных резисторов к общему плюсовому проводу 823 и через блок 271 к общему минусовому проводу 999.

При работе цепей электропневматического тормоза напряжение в этих цепях измеряется вольтметрами, имеющими в обеих кабинах машиниста одинаковый номер 829.

Активная энергия, потребляемая электровозом из контактной сети, учитывается счетчиком 882. Токовая обмотка счетчика питается от вторичной обмотки 2к — 2l трансформатора тока 009 [015₁₈], включенного в цепь первичной обмотки тягового трансформатора, а обмотка напряжения — от обмотки собственных нужд (от тех же выводов, от которых питаются вольтметры 880, 881). При таком включении показания счетчика в точности не совпадают с реальным расходом энергии по указанной выше причине, а именно из-за того, что соотношение между величинами напряжений на обмотке собственных нужд и на первичной обмотке тягового трансформатора при работе электровоза не остается строго постоянным. Отметим, однако, что так же, как и в случае с вольтметрами, вносимая погрешность невелика и не оказывает существенного влияния на общую оценку расхода энергии электровозом.

§ 27. УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОТЫСКАНИЯ НЕИСПРАВНОСТЕЙ В НИЗКОВОЛЬТНЫХ ЦЕПЯХ

Для того чтобы облегчить локомотивной бригаде отыскание повреждений в низковольтных цепях, эти цепи разделены на отдельные участки. От граничных точек участков цепей отходят провода к устройствам отыскания неисправностей — на схемах электровозов ЧС4 эти провода оканчиваются зажимами, на схемах электровозов ЧС4^т — стрелками.

Примененный на электровозах ЧС4 блок отыскания неисправностей («БОН») размещен в шкафу рядом с первой кабиной. БОН (рис. 86) представляет собой текстолитовую панель с медными выводами, к которым присоединены вышеуказанные провода. Выводы пронумерованы в соответствии со схемами низковольтных цепей. На панели находятся также два зажима (плюсовый и минусовый) для подсоединения гибких проводников и сигнальные лампы (также плюсовая и минусовая). Для отыскания неисправности достаточно с помощью одного из гибких проводников «прозвонить» выводы на панели БОН.

На электровозах ЧС4^т установлено усовершенствованное устройство — «ПУМ - Шкода», позволяющее в максимально короткий срок проконтролировать целостность любой из основных низковольтных цепей, а именно цепей токоприемников, главного выключателя, управления электровозом, блокировок безопасности. Система «ПУМ-Шкода» типа KSII (рис. 87) смонтирована в отдельном шкафу (рис. 88) в поперечном коридоре электровоза. Выбор контролируемой цепи и подвод питающего, напряжения осуществляются с помощью многополосных переключателей 560, 561. Контакты 1-2 и 9-10 главного переключателя 560 и контакты 1-2 переключателя 561 включены в цепи управления токоприемниками и главным выключателем, благодаря чему обеспечивается возможность контроля низковольтных цепей лишь при отсутствии на электровозе высокого напряжения.

Контроль целостности низковольтных цепей осуществляется следующим образом. Главный переключатель 560 устанавливают в одно из шести рабочих положений (I — VI, положение VII является резервным), указывающим контролируемую цепь, а переключатель 561 — в положение I. При этом напряжение от общего плюсового провода 823 через АЗВ565, контакты 5-6 переключателя 560 и замкнутые в выбранном положении контакты этого переключателя 11-12 ÷ ÷ 23-24, а также замыкающий контакт кнопки 564 будет подано на контакт 42 переключателя 561 (S1 — S6, S7 — резерв) и соответственно на первую (со стороны плюса) граничную точку контролируемой цепи.

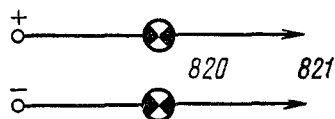
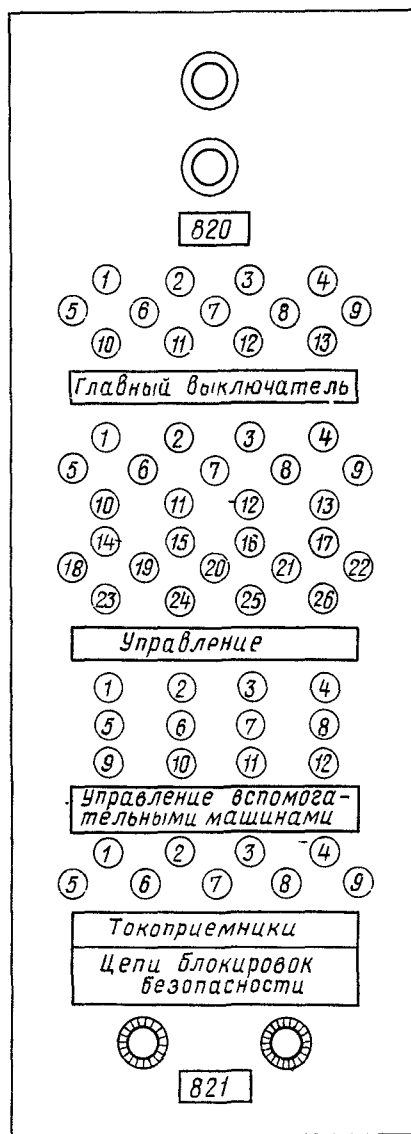


Рис. 86 Блок отыскания неисправностей в низковольтных цепях («БОН») электровоза ЧС4

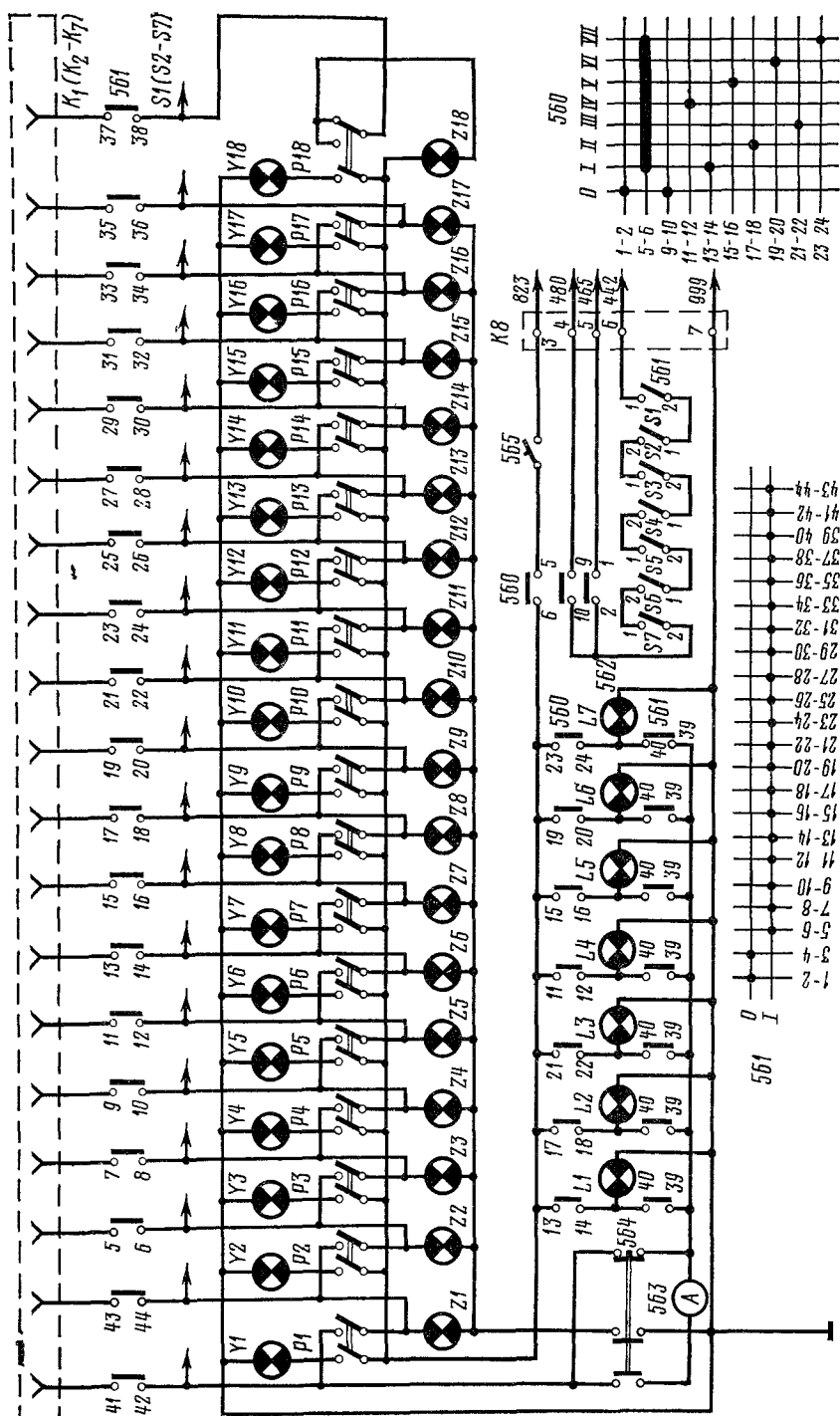


Рис 87. Схема цепей системы отыскания неисправностей в низковольтных цснх («ПУМ-Шкода») электровоза ЧС4Т

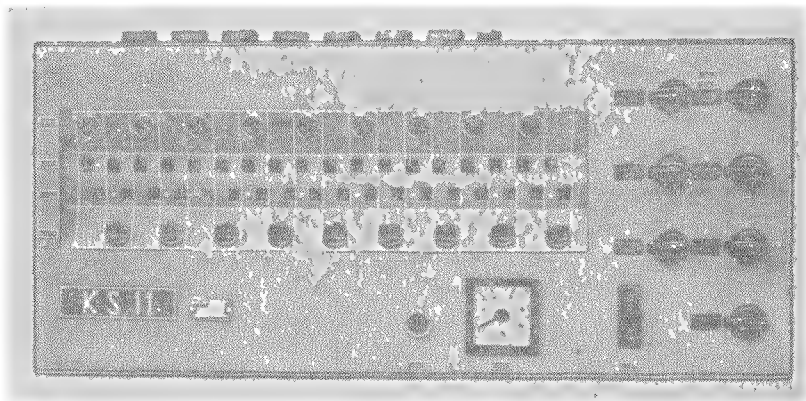


Рис. 88. Шкаф системы «ПУМ-Шкода»

Если проверяемая цепь исправна, то на панели шкафа «ПУМ-Шкода» загорятся все сигнальные зеленые лампы $Z1 — Z18$. В случае когда какая-либо из указанных ламп не горит, это значит, что на данном участке контролируемой цепи имеется разрыв. Включением специальных выключателей $P1 — P18$ можно зашунтировать участок с разрывом; при этом загорается соответствующая красная сигнальная лампа. Тем самым определяется участок контролируемой цепи с разомкнутыми контактами. Задачей локомотивной бригады является установить, должны ли данные контакты быть включены согласно положению коммутирующих аппаратов на электровозе в момент проверки или этот участок цепи служит источником повреждения. Следует отметить, что сигнальная лампа $Z18$ включена отлично от других, так как предназначена для контроля целостности участка цепи со стороны корпуса.

Амперметр 563 предназначен для проверки целостности катушек аппаратов, к которым он подключается в обход сигнальных ламп нажатием кнопки 564 . Сигнальные лампы $L1 — L6$ ($L7 —$ резерв) указывают контролируемую цепь — питание на них приходит через контакты переключателя 561 .

ТЯГОВЫЕ ТРАНСФОРМАТОРЫ

§ 28. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

На электровозах ЧС4 и ЧС4^т тяговые трансформаторы с высоковольтным регулированием имеют типовое обозначение соответственно LTS 7,85/25 и SL 68/3848/51. Основные технические данные трансформаторов следующие:

	LTS 7,85/25	SL 68/3848/51
Номинальная мощность, кВА	7850	8058
Номинальное входное напряжение, кВ	25	25
Максимальное входное напряжение, кВ	29	29
Частота, Гц	50	50
Мощность при напряжении 12 кВ, кВА	3720	6070
Вторичные обмотки:		
номинальная мощность, кВА	6850	6850
номинальное напряжение, В	2(0—1040)	2(0—1040)
длительный ток, А	2×3300	2×3300
Обмотка собственных нужд:		
номинальная мощность, кВА	200/164	275
номинальное напряжение, В	260/213	354/266/221
длительный ток, А	770	778
Обмотка реостатного тормоза:		
номинальная мощность, кВА	—	133
номинальное напряжение, В	—	133
Обмотка отопления поезда:		
номинальная мощность, кВА	800	800
номинальное напряжение, В	3030	3100
длительный ток, А	264	259
Потери холостого хода, кВА	10	10
Масса, кг	11 600	11 400
Габаритные размеры, мм	2150×1450× ×2200	2015×1560× ×2860

§ 29. ТЯГОВЫЙ ТРАНСФОРМАТОР ЭЛЕКТРОВОЗА ЧС4

Тяговый трансформатор LTS 7,85/25 (рис. 89) состоит из активной части магнитопровода с обмотками, помещенной в бак 4, который в верхней части закрыт крышкой 10 с резиновым уплотнением. Бак опирается на раму кузова плитой 5 с ребрами. Все обмотки трансформатора — регулировочная, первичная, вторичные, собственных нужд и отопления поезда — расположены на общем трехстержневом магнитопроводе. На крышке бака трансформатора установлены высоковольтные проходные изоляторы 2, шинные вводы 6 вторичных обмоток, расширитель-

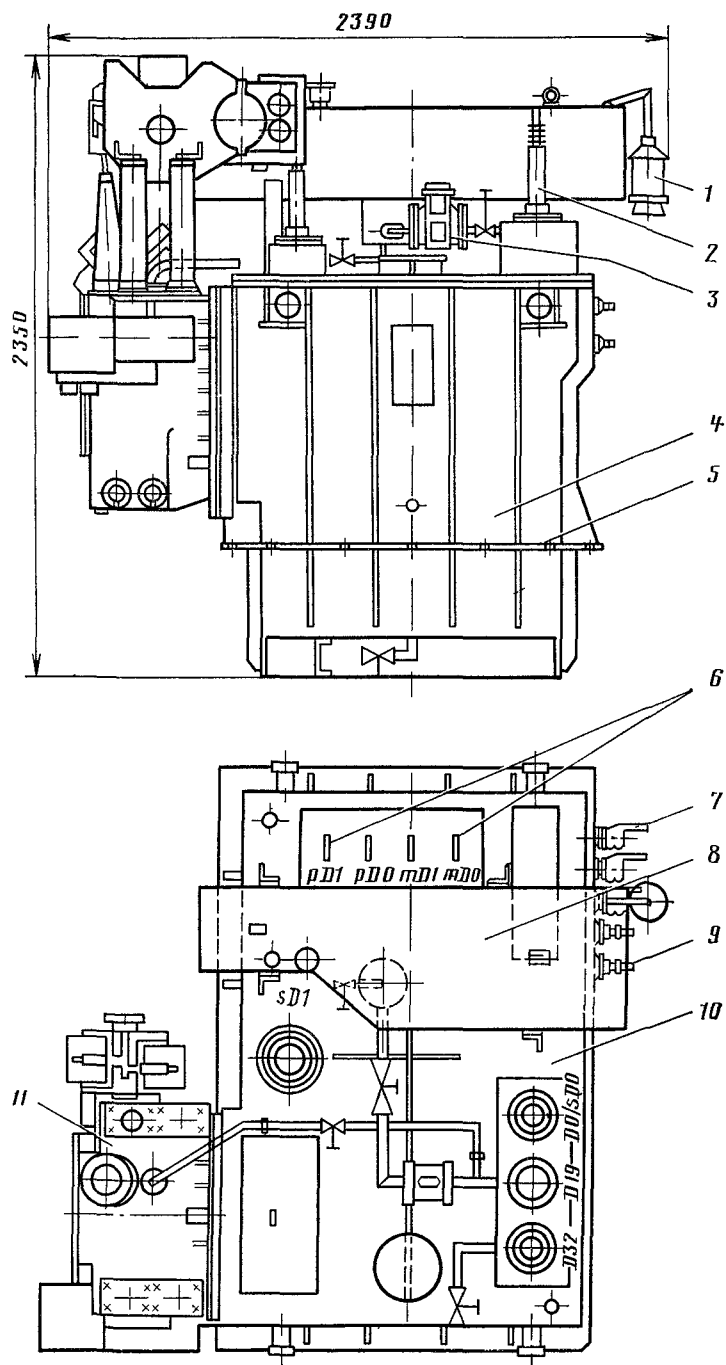


Рис. 89. Тяговый трансформатор LTS7,85/25

ный бак 8 с воздухоосушителем 1, газовое реле 3; на боковой стенке — проходные изоляторы обмоток собственных нужд 7 и отопления поезда 9. К баку трансформатора крепится переключатель ступеней 11.

Бак трансформатора сварен из листовой стали и имеет прямоугольную форму с размерами $2150 \times 1450 \times 1500$ мм. Толщина стенок бака 5 мм, дна — 10 мм. Между опорной плитой и опорным фланцем кузова установлены амортизационные резиновые прокладки. Крепление опорной плиты к раме кузова выполнено болтами М25. После сварки для снятия напряжений бак подвергают термоулучшению. Плотность сварных швов проверяют давлением $0,5 \text{ кгс/см}^2$. Все уплотнения бака изготовлены из маслостойкой и морозостойкой резины.

Для демонтажа тягового трансформатора и транспортировки его мостовым краном на баке предусмотрены четыре цапфы. Для фиксации выемной части трансформатора служат специальные цапфы, расположенные вверху бака.

В процессе работы трансформатора из-за непостоянства температуры объем масла меняется. Поскольку бак трансформатора должен быть заполнен маслом полностью, изменение объема масла происходит в расширительном баке.

Расширитель прямоугольной формы, сварен из листовой стали толщиной 3 мм. Он установлен над крышкой бака трансформатора и соединен с ним трубами. Емкость расширителя и уровень масла в нем должны обеспечивать постоянное заполнение бака трансформатора маслом при колебании окружающей температуры от -50 до $+40^\circ \text{C}$ во всем диапазоне нагрузок трансформатора.

Уровень масла в расширителе контролируют по маслоуказателю, который состоит из рамки 3 (рис. 90) со смотровыми окнами, масломерной трубки из неорганического стекла 1, уплотнения 2, регулировочного болта 5, предназначенного для перекрытия

доступа масла в указатель, и крепежных винтов 4. При смене масломерного стекла болт 5 вывинчивают в положение II. После отвертывания винтов 4 демонтируют рамку 3, удаляют уплотнение 2, после чего снимают масломерную трубку 1. Устанавливают масломерную трубку в обратном порядке. На стенке расширительного бака около маслоуказателя нанесены контрольные отметки, указывающие уровень масла при различных его температурах: -40 , $+20$ и $+40^\circ \text{C}$.

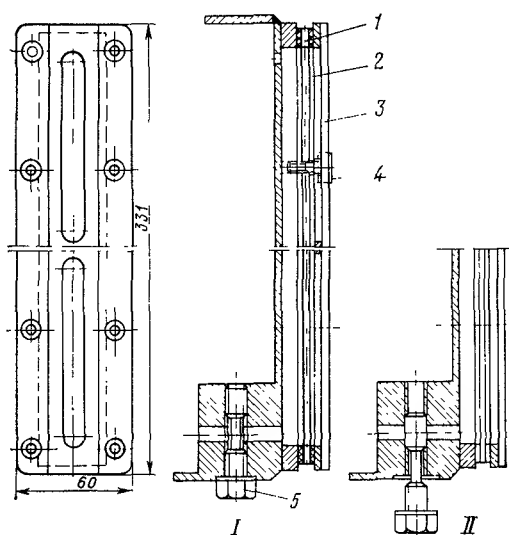


Рис. 90. Маслоуказатель

На стенке расширительного бака имеется дистанционный контактный термометр, контролирующий температуру верхних слоев масла в баке тягового трансформатора. При повышении температуры масла выше допустимой величины термометр включает сигнальную лампу «Перегрев трансформаторного масла» на пульте управления электровозом. Контакты термометра устанавливают на $+60^{\circ}\text{C}$ — нормальная температура и на $+90^{\circ}\text{C}$ — максимальная температура. Расширитель снабжен предохранительным клапаном, пробкой для спуска масла и воздухоосушителем.

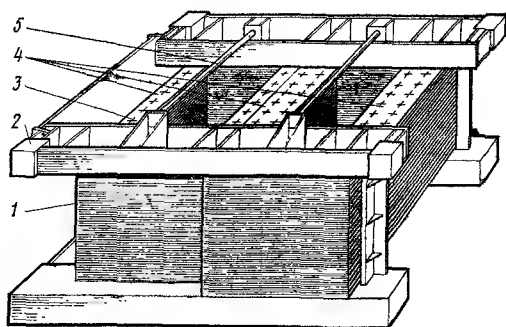


Рис 91. Магнитопровод

Магнитопровод тягового трансформатора броневого типа состоит из трех вертикальных стержней 4 (рис. 91) и ярма 1. Стержни выполнены шихтованными из листов холоднокатаной трансформаторной стали толщиной 0,35 мм с высокой магнитной пропускной способностью. Магнитные потери не превышают 0,7 Вт/кгс при индукции 10 000 Гс. Применение холоднокатаной стали позволяет уменьшить вес активных материалов и снизить потери энергии в трансформаторе. Для уменьшения потерь на вихревые токи листы покрывают аорганической изоляцией — карлитом. После механической обработки такую сталь можно отжигать без повреждения изоляции и тем самым восстанавливать ее магнитные свойства, которые ухудшаются при резке и штамповке.

Листы в стержнях стянуты шпильками 3. Собранный магнитопровод опрессован с помощью стяжных шпилек 5 и ярмовых балок 2.

Для выемки магнитопровода используют специальное приспособление (рис. 92), состоящее из четырех подвесных шпилек 3 с резьбой М48 × 3, четырех рым-болтов 2 с проушинами и четырех распорок 1.

На правом стержне магнитопровода размещены регулировочная обмотка 5 (рис. 93), обмотка собственных пущд 3 и обмотка отопления поезда от электровоза 4. К обмотке собственных нужд подключен дополнительный повышающий трансформатор (на рис. 93 не показан).

На двух других стержнях магнитопровода расположены первичная 6 и две вторичные обмотки 1. Для обеспечения симметрии напряжения при коротком замыкании на каждом стержне магнитопровода находятся две параллельные ветви первичной обмотки. С каждой ветвью первичной обмотки связана разделенная на две части вторичная обмотка. Таким образом, на каждом стержне магнитопровода находятся два независимых трансформатора. Одноименные обмотки обоих стержней соединены последовательно, и обе вторичные обмотки выведены на крышку трансформатора посредством шинных выводов. Такое расположение обмоток трансформатора позволяет значительно увеличить

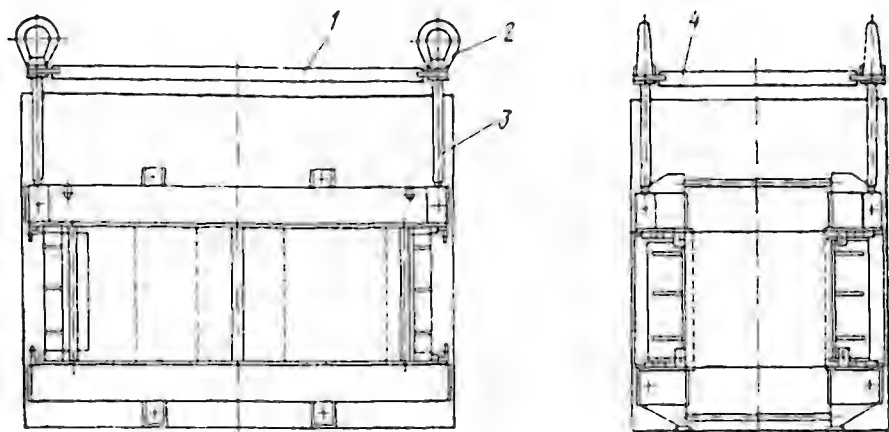


Рис. 92. Приспособление для выемки магнитопровода

поверхность соприкосновения их с маслом и тем самым улучшить условия охлаждения.

Обмотки изолированы между собой и от стержней магнитопровода гетинаксовыми прямоугольными трубками и прокладками. Группы катушек первичной обмотки изолированы от катушек вторичных обмоток изоляционными прокладками, образующими барьеры 2. В качестве обмоточного материала применен медный провод прямоуголь-



Рис. 93 Обмотки тягового трансформатора LTS7,85/25

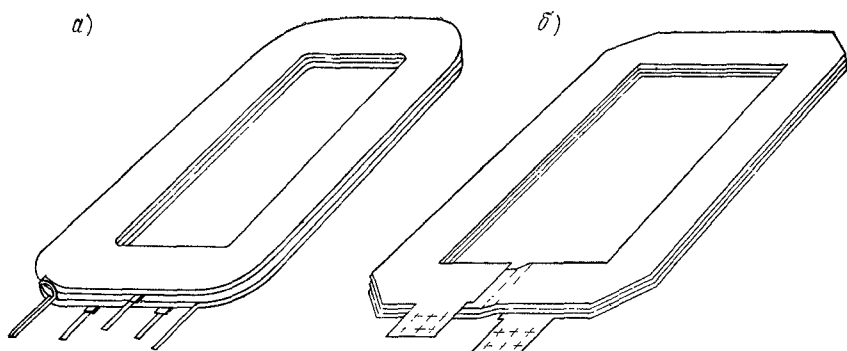


Рис. 94. Катушки регулировочной (а) и вторичной (б) обмоток

ного сечения, изолированный несколькими слоями кабельной бумаги и одним слоем хлопчатобумажной пряжи.

Регулировочная обмотка состоит из двойных катушек, изготовленных из прямоугольной меди и изолированных кабельной бумагой (рис. 94, а). При намотке в середине двойной катушки вкладывают дистанционную прокладку из прессшпана, на которой наклеены изоляционные элементы, образующие каналы для охлаждения. Для обеспечения симметрии напряжения двойные катушки соединены между собой, как показано на рис. 95. Соединение выполнено медными стержнями диаметром 8 мм, изолированными трубками из гетинакса. Выводы удлинены медным тросом сечением 50 мм², изолированным кабельной бумагой. Концы тросов соединены мягкой пайкой со штепсельными разъемами, установленными на отделяющей изоляционной перегородке трансформатора.

Первичная обмотка состоит из двойных катушек, намотанных из профильной меди, изолированной кабельной бумагой. Между двойными катушками установлены дистанционные прокладки, предназначенные для увеличения изоляционного расстояния между катушками и создания каналов для охлаждения.

Катушка вторичной обмотки изготовлена из полосовой меди (см. рис. 94, б). Отдельные витки обмотки изолированы между собой такими же прокладками, как и первичные обмотки.

Обмотка отопления поезда от электровоза изготовлена из двух последовательно соединенных катушек, аналогичных по конструкции катушкам регулировочной первичной обмотки.

Обмотка собственных нужд состоит из двух параллельно

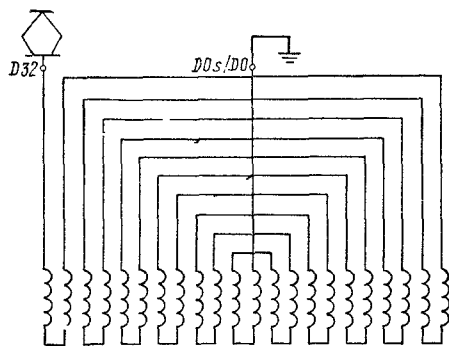


Рис. 95. Схема соединения катушек регулировочной обмотки

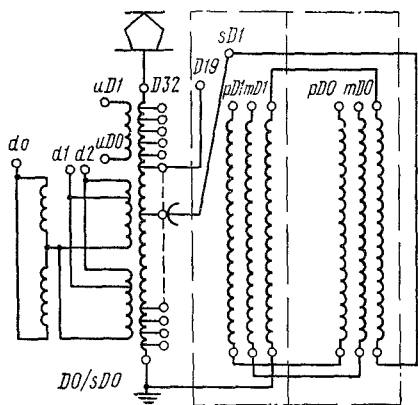


Рис. 96. Схема соединения обмоток

и $pD1 - mD1$ выполнены из медных шин. Обмотки собственных нужд и отопления поезда от электровоза выведены с помощью проходных изоляторов типов ТРВ1/1000 и ТРВ3/630.

Проходной изолятор ТРВ3/630 (рис. 97) состоит из контактной шпильки 1 с гайками 2, фарфоровых изоляторов 7, 10, уплотнений 5, 6, 8, прокладок 9, 11, шайб 3, 4, 12 и ограничителя 13.

Охлаждение трансформатора осуществляется принудительной циркуляцией масла, проходящего через маслоохладители, вентилируемые воздухом (рис. 98). Система охлаждения включает в себя два маслоохладителя 1, два масляных моноблочных центробежных насоса 3, трубопроводы 2 с кранами, позволяющими демонтировать маслоохладители и насосы без выпуска масла из бака трансформатора.

Маслоохладитель (рис. 99) состоит из охлаждающего радиатора 2 с ребрами, напрессованными на алюминиевые трубы круглого сечения. Трубы закрыты крышками 1; в нижней крышке имеются трубки 3 для соедине-

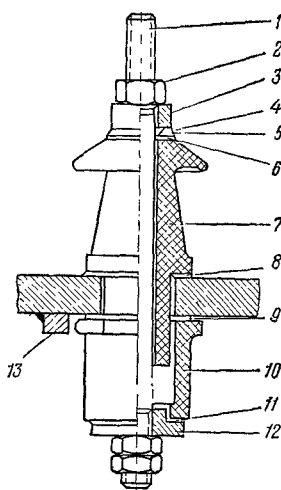


Рис. 97. Проходной изолятор ТРВ 3/630

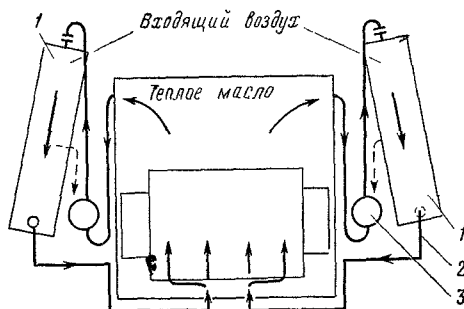


Рис. 98. Принципиальная схема охлаждения тягового трансформатора LTS 7,85/25

ния с масляной системой трансформатора. Крышки уплотнены маслостойкой резиной.

Циркуляция масла осуществляется по двум замкнутым системам с помощью двух насосов. Насосы имеют всасывающие и нагнетательные патрубки. Крышки насоса глухие. Внутренняя полость насоса герметически закрыта. Количество масла, протекающего по маслоохладителю, составляет 300 л/мин при расходе воздуха 166,5 м³/мин с наибольшей допускаемой температурой входящего воздуха +50° С.

На патрубке масляного трубопровода установлено маслоструйное реле, предназначенное для контроля за работой масляного насоса: при выключении масляного насоса на пульте управления электровозом загорается сигнальная лампа «Мотор-насосы». Диапазон уставок реле давления 0,6 — 1,5 кгс/см².

Соприкасаясь с окружающим воздухом, с течением времени масло увлажняется и окисляется, ухудшая при этом свои диэлектрические свойства. Для исключения возможности попадания влаги из окружающей среды в бак трансформатора предназначен воздухоосушитель типа VYS-1 (рис. 100), состоящий из корпуса 3, масляного затвора 1, стеклянного цилиндра 7, верхней крышки 8, трубы 6 и наполнителя 4. Воздухоосушитель соединяется с расширителем трубой 10 со специальной гайкой 9. В качестве наполнителя применяют вещество, поглощающее влагу: блаугель или смесь силикагеля с блаугелем. Блаугель в сухом состоянии имеет ярко синий или синий цвет, изменяя его при увлажнении в розовый. Силикагель белого цвета, и его цвет не меняется. При заполнении воздухоосушителя смесью силикагеля и блаугеля на влажность реагирует только блаугель. Максимальный размер зерен блаугеля, силикагеля или их смеси 3 мм. При смене стеклянного цилиндра 7 или наполнителя 4 следует снять масляный затвор 1, приподнять и повернуть его по часовой стрелке, отвинтить гайку 9 и отсоединить воздухоосушитель от трубы 10. После этого крышка свободно снимается с трубы 6, которая соединена с корпусом воздухоосушителя шплинтом 5. Сборку воздухоосушителя производят в обратной последовательности. Масляный затвор предназначен для очистки воздуха от пыли и грязи. Масло в затвор заливают до винта 2.

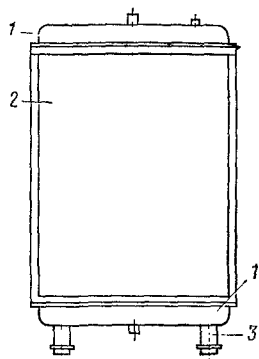


Рис. 99 Маслоохладитель тягового трансформатора LTS 7,85/25

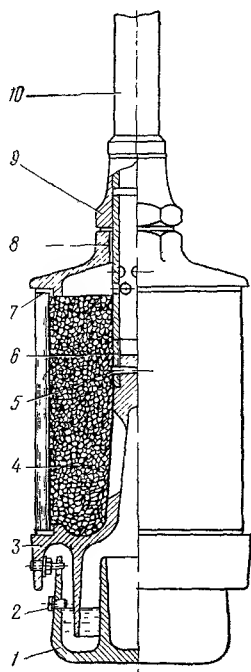


Рис. 100. Воздухоосушитель VYS-1

Воздухоосушительную смесь можно высушить, для чего ее нужно поместить в сушильный шкаф при температуре 120—180° С и сушить в течение 3 ч. Окончание регенерации воздухоосушительной смеси определяется по изменению цвета, который превращается из розового в синий. Регенерацию блаугеля или силикагеля можно производить максимум 50 раз. Смесь должна быть защищена от попадания в нее масла, так как оно поглощает влагу из воздуха, резко ухудшая свойства смеси.

Газовое реле типа BR22 (реле Бухгольца) предназначено для защиты тягового трансформатора от внутренних повреждений, связанных с выделением газа из масла, а также при недопустимом снижении уровня масла. Реле воздействует на ГВ и сигнальные лампы на пульте управления электровозом.

Газовое реле BR22 (рис. 101) состоит из корпуса 1 с двумя фланцами для подсоединения к трубопроводу системы масляного охлаждения тягового трансформатора. В верхней части реле имеются четыре зажима 3, закрытые крышкой 2. Пробка 4 закрывает отверстие для выпуска воздуха при наполнении реле маслом, а другая пробка 10 служит для слива масла.

Внутри реле установлены два сигнальных поплавка 5 и 9. Они расположены один под другим и прикреплены к металлической рамке поворотными рычагами 6, 11, которые позволяют поплавкам поворачиваться. К поворотному рычагу каждого поплавка прикреплены ртутные датчики 7, 12 с контактами. Контакты ртутных датчиков соединены с контактными зажимами гибким проводом 8. Верхний ртутный датчик с замыкающими контактами работает на сигнал, нижний воздействует на отключение главного выключателя электровоза.

При повреждении трансформатора, обусловленном местным перегревом или возникновением электрической дуги, в масле образуются пузырьки газа. Интенсивность образования пузырьков зависит от характера повреждения и воздействует на реле по-разному.

Если газовые пузырьки медленно попадают в реле, они собираются в верхней его части, представляющей собой газовую камеру. Часть масла вытесняется и его уровень понижается. В этом случае верхний поплавок опустится и ртутный контакт замкнет сигнальную цепь. Аналогично работает реле при понижении уровня масла в баке тягового трансформатора.

Таким образом, срабатывание верхнего сигнального ртутного датчика свидетельствует либо об утечке масла, либо о локальных замыканиях в трансформаторе. В этом случае следует проверить наличие газа в реле. Если пространство

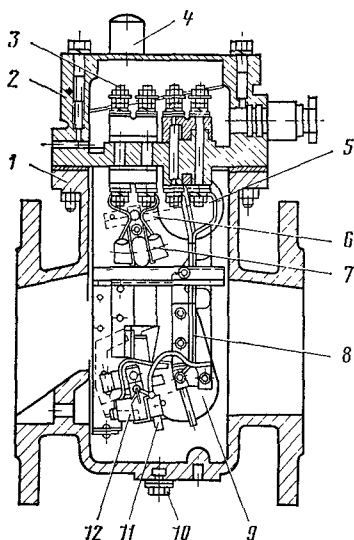


Рис. 101. Газовое реле BR22

над уровнем масла в верхней камере реле мутное, значит, в реле имеется газ. Наличие газа в реле проверяют также специальным прибором — газоанализатором или с помощью горящей спички, поднесенной к верхней контрольной пробке 4. Если пространство над уровнем масла в реле прозрачное, а уровень масла понизился, это значит, что в тяговом трансформаторе появилась утечка масла. В этом случае необходимо устранить утечку в трансформаторе или маслопроводе.

При более серьезных повреждениях, возникших в трансформаторе (например, короткое замыкание), происходит интенсивное выделение газовых пузырьков в масле; при этом в масле возникают ударные волны. Если скорость перемещения масла достигла уставки срабатывания нижнего датчика (поплавка), он опустится и нижний ртутный контакт разомкнется, в результате чего отключится главный выключатель.

Срабатывание выключающего ртутного датчика свидетельствует о недопустимой потере масла через неплотности в трансформаторе или масляной системе охлаждения или о коротком замыкании в тяговом трансформаторе. В этом случае необходимо тщательно проверить состояние трансформатора, выяснить причину срабатывания реле и устранить ее.

Нижний датчик отрегулирован на срабатывание при скорости масла 100 м/с. Пределы регулировки датчиков 50—150 м/с. Номинальное напряжение контактов газового реле 220 В, номинальный ток замыкающих контактов 10 А, размыкающих 5 А.

На электровозах начиная с ЧС4-212 установлены газовые реле типа BF 50/10, которые по своему назначению и принципу действия соответствуют реле типа BR22. Отличие заключается в конструктивном оформлении.

§ 30. ТЯГОВЫЙ ТРАНСФОРМАТОР ЭЛЕКТРОВОЗА ЧС4^г

Конструкция тягового трансформатора типа SL 68/3848/51 (рис. 102) выполнена так, что его активная часть (магнитопровод с обмотками), включая все межобмоточные соединения, расположена над съемным баком и укреплена непосредственно на нижней плите. Бак сварен из стальных листов толщиной 5—6 мм. Все сварные швы маслонепроницаемы. Внутри бак окрашен полиэфирной краской. Съемный бак 3 соединен с нижней рамой 1 трансформатора посредством фланцев 17, между которыми проложена уплотнительная резиновая прокладка. Для подъема и транспортировки трансформатора на съемном баке имеются четыре цапфы 6. Трансформатор укреплен на полу электровоза через опорную плиту нижней рамы. На боковой стенке съемного бака, как и на трансформаторе типа LTS 7,85/25, укреплен переключатель ступеней 16.

На верхней части съемного бака расположен шкаф 15, на котором укреплен расширитель 14 с воздухоосушителем 13 и газовое реле 20. Там же находятся проходные изоляторы с вводами первичной обмотки 22, 23. Выводы вторичных обмоток 4, выполненные медными шинами, расположены на боковых стенках бака. Выводы 18 обмотки отопления

поезда и выводы 19 обмотки собственных нужд находятся рядом с расширителем. Выводная коробка 21 переключателя напряжения 25/12 кВ расположена в верхней части бака. Термометр 25, предназначенный для контроля температуры масла, имеет контакты для сигнализации нормальной температуры $+60^{\circ}\text{C}$ и максимальной $+90^{\circ}\text{C}$. Защита и сигнализация при перегреве

масла осуществляется так же, как и на электровазозе ЧС4. Рядом с термометром установлен термостат 24, контакты которого включены в цепь пуска мотор-вентиляторов тягового трансформатора.

Магнитопровод набран из отдельных листов холоднокатаной трансформаторной стали толщиной 0,35 мм, покрытых карлитом. Магнитные потери не превышают 0,6 Вт/кгс при индукции 10 000 Гс. Магнитопровод с обмотками закреплен болтами на нижней раме с применением металлических каркасов.

Регулировочная обмотка расположена на двух сердечниках магнитопровода и состоит из десяти двухслойных катушек. Выводы от катушек через штепсельные разъемы, расположенные на изоляционной плите, соединены с избирателем переключателя ступеней. Для катушек использован провод прямоугольного сечения, изолированный шестью слоями кабельной бумаги. Между двойными катушками регулировочной обмотки установлены изоляционные клинья толщиной 5 мм, предназначенные для создания зазора между катушками и предохранения их от перемещения.

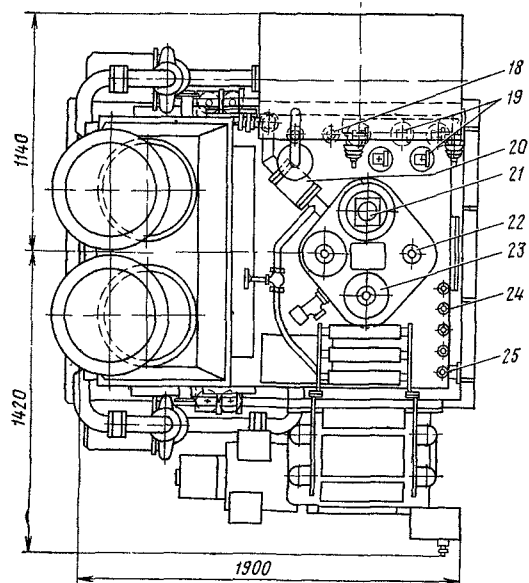
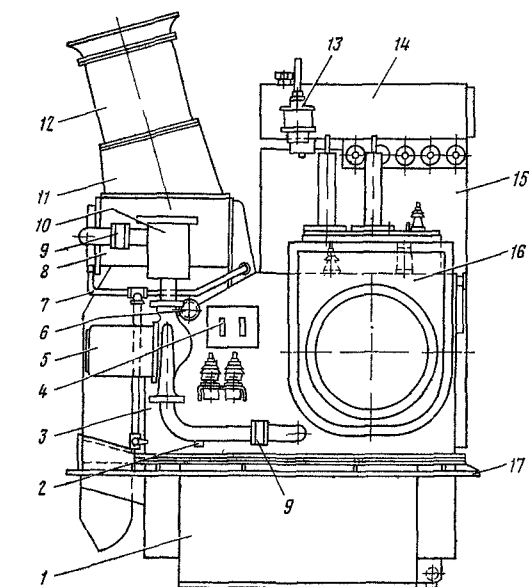


Рис. 102. Тяговый трансформатор SL 68/3848/51

Рядом с регулировочной обмоткой расположены обмотка отопления поезда от электровоза и обмотка собственных нужд, намотанные из прямоугольного медного провода. Обмотки высокого напряжения изолированы от обмоток низкого напряжения специальными манжетами.

Первичная обмотка состоит из восьми двухслойных катушек, расположенных на двух сердечниках магнитопровода. Катушки первичной обмотки двухрядные, выполнены из медного провода прямоугольного сечения, изолированного четырьмя слоями кабельной бумаги. Рядом с первичной находятся вторичные обмотки, состоящие из восьми двухрядных катушек (рис. 103).

Охлаждающая система трансформатора (см. рис. 102) расположена непосредственно на съемном баке и включает в себя масляный насос 5, два мотор-вентилятора, установленных в отдельных блоках 12, шкаф с маслоохладителем 8, фильтр 10, охлаждающую камеру 11 и трубопроводы. Маслоохладитель типа 60Е (рис. 104) состоит из латунных трубок с ребрами 2 для охлаждения. В отличие от маслоохладителя тягового трансформатора электровоза ЧС4 здесь трубки впаяны в корпус охлаждающих элементов, которые с обеих сторон закрыты камерами 3, соединенными посредством флан-

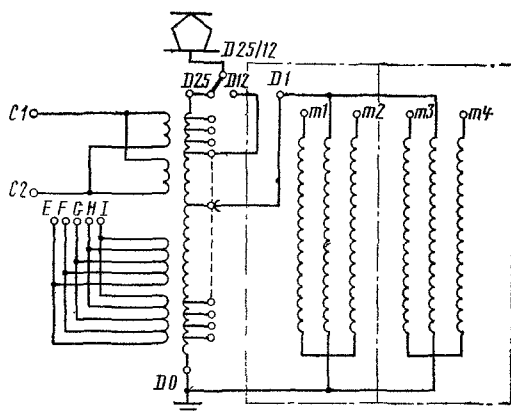


Рис. 103. Схема соединения обмоток

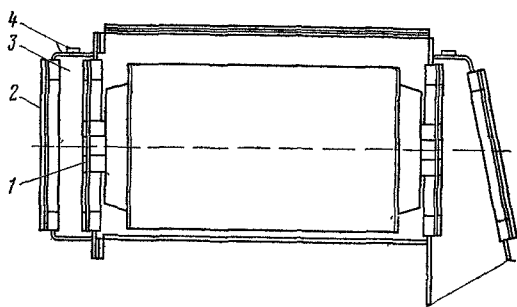


Рис. 104. Маслоохладитель типа 60Е

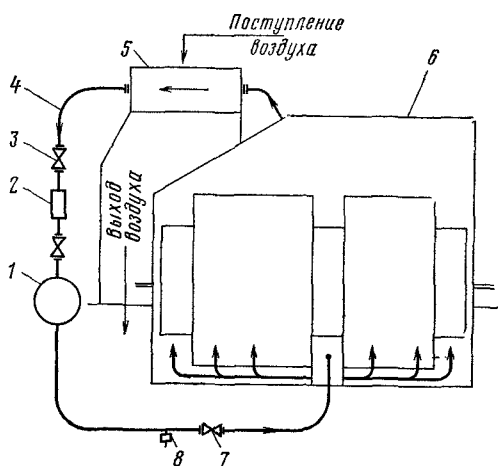


Рис 105. Принципиальная схема охлаждения трансформатора SL 68/3848/51

цев с трубами охлаждающей системы. Поверхность охлаждения маслоохладителя 60Е больше, чем у маслоохладителя электровоза ЧС4, и составляет 39 м². Каждый из двух маслоохладителей обдувается воздухом, засасываемым отдельным вентилятором; нагретый воздух выбрасывается под кузов электровоза. При демонтаже маслоохладителя следует закрыть кран на трубопроводе 7 (см. рис. 102), выпустить масло и после открытия щита на камере 3 (см. рис. 104) произвести демонтаж прижимных колец 1 и отсоединить крепящие маслоохладитель болты. Монтаж системы производится в обратном порядке, причем перед окончанием заполнения камеры маслоохладителя маслом следует удалить из нее воздух, отвернув для этого пробку 4. При демонтаже масляного насоса и фильтра необходимо перекрыть затворы 9 (см. рис. 102) и выпустить масло через отверстие 2.

Нагретое масло из бака 6 (рис. 105) трансформатора по трубе поступает в маслоохладитель 5 и затем по трубе 4 через открытый затвор 3 в фильтр 2 и масляный насос 1. Последний прогоняет охлажденное масло через открытый затвор 7 по трубе в бак трансформатора. Для спуска масла предусмотрен кран 8. Масляный фильтр (рис. 106) состоит из корпуса 2, в котором помещена фильтровальная вставка 3 из металлических сит с маленькими ячейками. Для очистки фильтра следует перекрыть затворы на трубопроводе, слить масло из фильтра, после чего отсоединить фланец 1 от корпуса и удалить фильтровальную вставку. После тщательной очистки вставки и внутренней поверхности корпуса от механических загрязнений произвести сборку фильтра. Перед заполнением маслом из внутренней полости фильтра удаляется воздух путем открытия вентиляционной пробки на фланце. Трансформатор типа SL68/3848/51 оборудован воздухоосушителем

1,50N694210, принципиально не отличающимся от воздухоосушителя типа VYS-1 (см. § 29).

В отличие от тягового трансформатора электровоза ЧС4, где переключение питания с 25 кВ на 12 кВ производится пересоединением высоковольтного ввода на соответствующие выводы регулировочной обмотки, на трансформаторе типа SL 68/3848/51 имеется специальный переключатель напряжения (рис. 107). К контактным зажимам 8, 10 переключателя подсоединены выводы регулировочной обмотки. Переключатель состоит из опорного изоляционного цилиндра 6, неподвижного контакта 9 и скользящих контактов 11. Внутри цилиндра расположен пово-

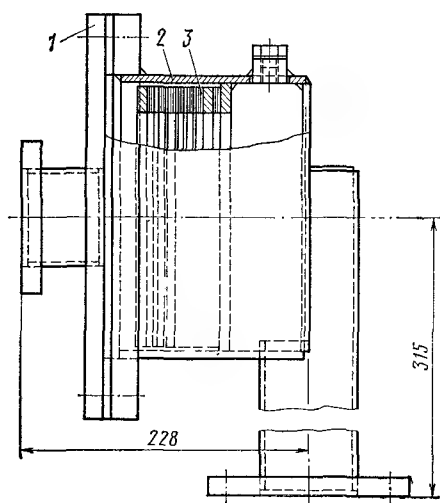


Рис. 106. Масляный фильтр

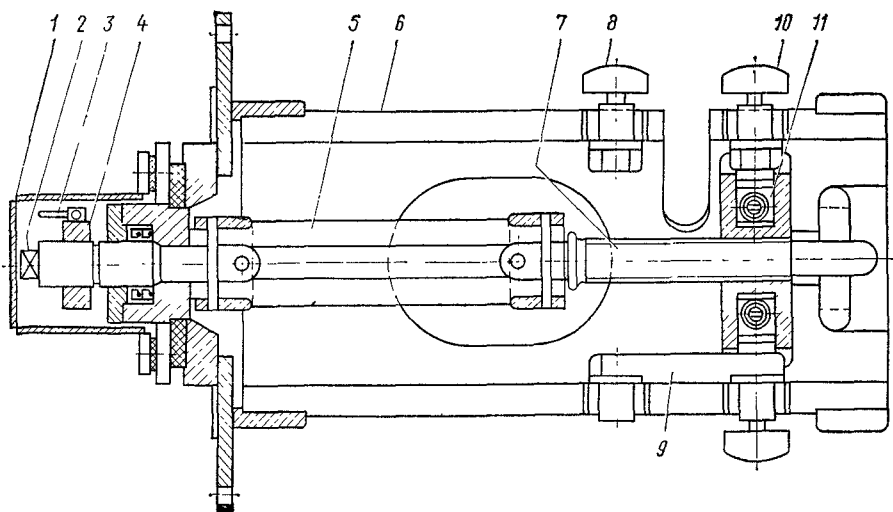


Рис. 107. Переключатель напряжения

ротный вал 7, соединенный через изоляционную втулку 5 с управляемой головкой 4, на конце которой имеется четырехгранник 2. Положение переключателя I (12 кВ) и II (25 кВ) отмечено на головке и на щитке кожуха 1. Перевод переключателя из одного положения в другое осуществляется с помощью трубного ключа, надеваемого на головку. После установки переключателя в требуемое положение вал 7 фиксируется штифтом 3 в головке 4.

§ 31. УХОД В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Тяговые трансформаторы следует подвергать ежедневному осмотру и контролю. При этом проверяют уровень и температуру масла в баке и расширителе, состояние системы охлаждения, осматривают аппараты и устройства, принадлежащие трансформатору. Если цвет воздухоосушительной смеси изменился, ее необходимо заменить. Во время МПР произвести испытание трансформаторного масла. Отбор проб осуществлять в специально вымытые и просушенные стеклянные бутылки объемом 1 л с притертой пробкой. Перед отбором проб маслосливной кран на баке трансформатора протереть техническими салфетками. Если масло грязное или в баке имеется вода, необходимо выпустить 5—10 л, пока не потечет чистое масло. Если отобранное масло окажется неудовлетворяющим требованиям, его необходимо очистить, просушить или заменить новым. Доливаемое масло должно удовлетворять требованиям ГОСТ 982—56 и иметь электрическую прочность на пробой не ниже 35 кВ.

Ревизия трансформаторов с выемкой активной части производится при подъемных и заводских ремонтах. Осмотр выемной части следует

производить в сухом закрытом помещении, защищенном от попадания пыли, и при постоянной температуре окружающего воздуха. Перед вскрытием трансформаторов необходимо полностью слить масло из бака.

Продолжительность пребывания выемной части на воздухе, считая с момента слива масла, не должна превышать 24 ч при влажности воздуха не более 75%.

При ревизии выемной части в условиях депо необходимо выполнить следующее:

- тщательно осмотреть выемную часть с определением поверхностного состояния изоляции витков катушек и выводов; проверить крепление обмоток, ослабшие гайки затянуть, выводы закрепить; загрязненные осадками масла поверхности обмоток, магнитопровода и всех выводов очистить;

- проверить мегомметром состояние изоляции обмоток между собой и относительно магнитопровода, а также сопротивление обмоток;

- проверить состояние заземления активной стали;

- поврежденные проходные изоляторы заменить;
- изоляционные плиты шинных выводов очистить и обезжирить с обеих сторон;

- активную часть трансформатора промыть чистым трансформаторным маслом;

- после опускания в бак трансформатора активной части закрыть крышку и закрепить болтами. Затем залить чистое масло, отвечающее требованиям ГОСТа, и произвести необходимые испытания, предусмотренные техническими технологическими картами и инструкциями завода.

ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЬ СТУПЕНЕЙ ТЯГОВОГО ТРАНСФОРМАТОРА

§ 32. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

Регулирование напряжения в тяговых цепях электровозов ЧС4 и ЧС4^т осуществляется на стороне высшего напряжения переключателем ступеней (ПС) тягового трансформатора типа ТРПЛ. При регулировании на стороне высшего напряжения коммутирующие аппараты имеют более легкую конструкцию, так как величина тока в первичной обмотке тягового трансформатора сравнительно невелика — порядка 300—400 А. Вместе с тем высокое напряжение требует усиления изоляции элементов ПС, переключающих выводы первичной обмотки трансформатора, и поэтому они работают в трансформаторном масле.

Переключатель ступеней прикреплен к баку трансформатора и состоит из избирателя 1 (рис. 108), пневматического двигателя 2, четырех контакторов 3 с дугогашением, переходных резисторов, устройства для фильтрации масла и механизма блок-контактов для осуществления переключений в низковольтных цепях электровоза.

Неподвижные силовые контакты ПС через высоковольтный штепсельный разъем соединены с выводами регулировочной обмотки тягового трансформатора. В процессе переключения по неподвижным контактам скользят два подвижных контакта, постоянно соединенные с контактными кольцами избирателя. Замыкание и размыкание контактов избирателя при переключении ступеней происходят без тока, так как ток предварительно разрывается контакторами с дугогашением. В момент переключения для исключения замыкания накоротко секции регулировочной обмотки тягового трансформатора в эту цепь

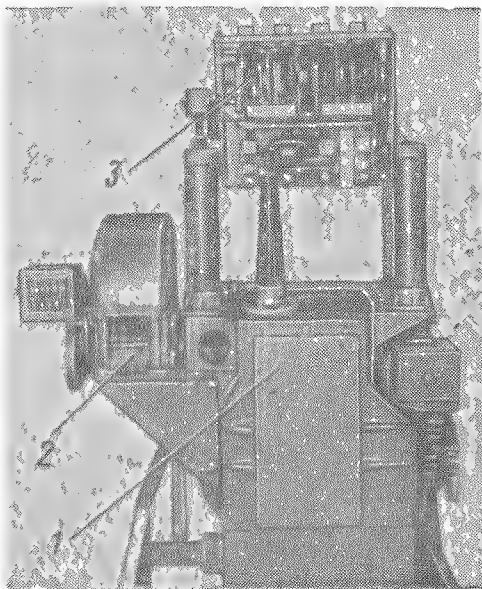


Рис 108. Переключатель ступеней ТРПЛ

вводится переходный резистор (принцип работы ПС описан подробно в § 17).

Основные технические данные переключателя ступеней TPPL следующие:

Номинальное напряжение	25 кВ $\pm 20\%$ -30%
Номинальный ток	280 А
Ток часового режима	300 »
Допустимый ток в течение 5 мин	460 »
Ток короткого замыкания	1100 »
Динамический ток	2800 »
Номинальная частота	50 Гц
Номинальное напряжение блок-контактов	48 В $\pm 20\%$ -30%
Номинальный ток блок-контактов	6 А
Число регулировочных ступеней	32
Номинальное время набора 32 ступеней	17 с
Давление воздуха в цепи управления пневмодвигателем	— 4,5 кгс/см ²
Испытательное напряжение изоляции переключателя относительно земли	80 кВ
Испытательное напряжение при ударном включении	190 »
Минимальная допустимая электрическая прочность масла	125 кВ/см
Испытательное напряжение изоляции блок-контактов	1500 В
Масса переключателя без масла	590 кг $\pm 5\%$
Масса масла в баке	150 » $\pm 5\%$

§ 33. КОНСТРУКЦИЯ

Избиратель является основной монтажной частью переключателя ступеней. Он представляет собой контактное устройство, собранное в баке, который заполнен трансформаторным маслом. Корпус избирателя прикреплен к боковой стенке бака трансформатора фланцем, уплотненным резиновой прокладкой. С передней стороны бак имеет легко снимаемую крышку с предохранительной мембраной из гетинакса. При повышении давления в баке избирателя выше допустимого (что может быть, например, при коротком замыкании), мембрана разрушается, предохраняя от разрушения изоляционные плиты избирателя и корпус. О разрушении мембраны свидетельствует наличие масла в пространстве между мембраной и крышкой, что может быть обнаружено при отвертывании контрольной пробки, расположенной в нижней части крышки.

В верхней части бака избирателя имеются отверстия для соединения ПС с расширителем через газовое реле и подключения к стационарному фильтрующему устройству. В нижней части бака находятся два крана. Один из них предназначен для слива масла, к другому подключено устройство для фильтрации масла. Для подогрева масла в зимнее время установлены четыре нагревательных элемента мощностью до 250 Вт, которые расположены в нижней части бака. Нагревательные элементы подключены в цепь с напряжением 220 В.

Электрическая связь ПС с трансформатором осуществляется через высоковольтные штепсельные разъемы, расположенные между изоляционной отделяющей плитой 11 (рис. 109) и неподвижной изоляционной плитой 5 избирателя. Через изоляционную плиту 11 проходят 33 проходных изолятора 7 с контактными болтами. К ним со стороны трансформатора припаяны провода от выводов регулировочной обмотки. Со стороны избирателя контактные болты зафиксированы гайками.

Штепсельные контакты изолированы между собой изоляционными трубками 6, надетыми на проходные изоляторы 7. От ослабления изоляционные трубки предохраняются резиновыми кольцами 8. В гнездо штепсельного контакта 9 входит цилиндрический контактный штырь 10, который прочно соединен с неподвижным контактом 4, установленным на неподвижной изоляционной плите избирателя. Такая конструкция позволяет демонтировать переключатель ступеней с трансформатора без слива масла из его бака и без разъединения проводов от выводов регулировочной обмотки тягового трансформатора.

По медным неподвижным контактам перемещаются изготовленные из бронзы конические контактные ролики 12. Пружины, установленные в обоймах роликов, обеспечивают их прижатие к рабочей поверхности неподвижных контактов по всей линии касания. Давление подвижных контактных роликов на неподвижные составляет $5 \pm \pm 0,5$ кгс. Контактные ролики укреплены на контактных рычагах 3, которые являются частью токосъемного устройства. В токосъемное устройство входят также неподвижные контактные кольца 2. Между контактными поверхностями неподвижного кольца и рычага установлены конические контакты 1. От неподвижных контактных колец через проходной изолятор проходят выводы от избирателя к дугогасительным контакторам ПС.

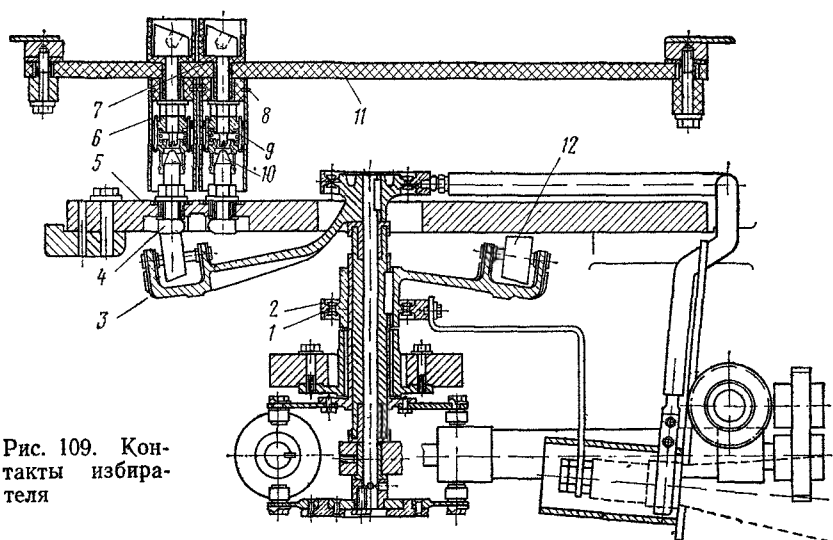


Рис. 109. Контакты избирателя

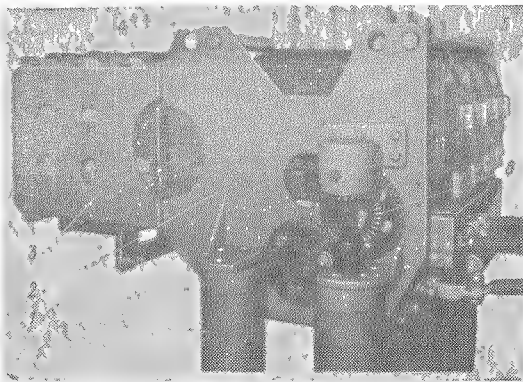


Рис. 110 Установка контакторов на переключателе ступеней

замкнутых секциях регулировочной обмотки в момент перехода с одной ступени на другую. Переходный резистор 4 состоит из трех элементов из фехральной ленты, намотанной на ребристые керамические изоляторы. Величина сопротивления каждого переходного резистора 3 Ом. Кулачковый вал вращается в подшипниках, укрепленных в боковых стенках каркаса. На конце кулачкового вала с наружной стороны боковой стенки каркаса установлена зубчатая передача 6, передающая вращение кулачковому валу от пневмодвигателя ПС.

Включение и выключение контактора (рис. 111) осуществляются кулачковыми шайбами, посаженными на кулачковый вал 14. Контактное устройство контактора состоит из подвижного рычага 12, на котором укреплены контактные губки 6, и ролика 4, входящего в соприкосновение с шайбами кулачкового вала. Контактор удерживается во включенном положении пружиной 15, обеспечивающей достаточное нажатие контактов, которое можно регулировать винтом 2. Подвижной рычаг контактора укреплен на кронштейне 1. Подвод тока к рычагу осуществляется по медным шунтам 13.

Толщина новых контактных губок 13 мм. Износ губок допускается до толщины 9 мм. Нажатие между губками $4 \pm 0,4$ кгс. Расстояние между контактными губками в выключенном положении должно быть 17 ± 2 мм.

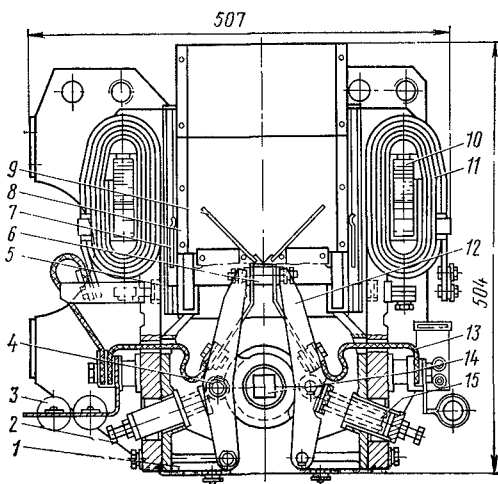


Рис. 111. Контактор переключателя ступеней

Устройство для гашения электрической дуги состоит из: дугогасительного магнита 10 с катушками 11, дугогасительных рогов 9 и дугогасительной камеры 8. Для защиты от пробоя межвитковой изоляции дугогасительных катушек при перенапряжениях в их цепи установлен добавочный резистор 3 сопротивлением 2,2 Ом.

Катушки отделены от дугогасительного магнита промежуточными изоляционными плитами 5. Чтобы не происходило самопроизвольного выпадания, изоляционные плиты и дугогасительные камеры крепят задвижными пружинами 7.

Включение и выключение контакторов происходят в порядке, определяемом конструкцией приводного механизма и профилем кулачковых шайб.

§ 34. ПРИВОД ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ СТУПЕНЕЙ

Переключатель ступеней приводится в движение пневмодвигателем типа 22 NP (рис. 112) с электропневматическими вентилями 1. К чугунному корпусу 3 пневматического двигателя прикреплены два двоянных цилиндра 2 диаметром по 72 мм. Цилиндры расположены под углом 90° по отношению друг к другу.

Коленчатый вал 14 (рис. 113) пневмодвигателя вращается в шариковых подшипниках 5 и 20, запрессованных в боковые стенки корпуса 8. Внизу корпуса расположен чугунный картер 7, заполненный маслом марки АМГ-10, которое наливают до уровня, ограниченного отверстием с пробкой 13. Отработанное масло выпускают из картера через нижнее отверстие, закрытое пробкой 6. Для предотвращения утечки масла через места выхода коленчатого вала из корпуса пневмодвигателя с наружной стороны подшипников поставлены уплотняющие кольца 1 и 15. Подогрев масла в пневмодвигателе в зимнее время осуществляет нагревательный элемент мощностью 500 Вт, установленный под кожухом пневмодвигателя. Атмосферное давление внутри корпуса при работе пневмодвигателя поддерживается через отверстие в болте 16, ввернутом в корпус.

В цилиндрах 4 и 19 помещены четыре поршня 18, снабженные резиновыми уплотняющими кольцами 2 и 3. Поршни связаны с коленчатым валом при помощи поршневых пальцев 9 и шатунов 17, в которых установлены втулки, обхватывающие шейки коленчатого вала и пальцы. Ход поршней 110 мм.

Сжатый воздух выпускается из цилиндров и впускается в них электропневматическими вентилями 11 через воздухораспределители 12 и каналы крышек 10 цилиндров. К воздухораспределителям воздух подается по трубе. Для регулирования подачи воздуха из цилиндров на крышке цилиндра пневмодвигателя установлена дросселирующая прокладка. Диаметр отверстия в прокладке подобран для каждого пневмодвигателя, поэтому при замене прокладок необходимо производить осциллографирование включения контакторов ПС. Время между отключением первого и включением четвертого контакторов не должно быть меньше 90 мс. Такое же время выдерживается между отключением

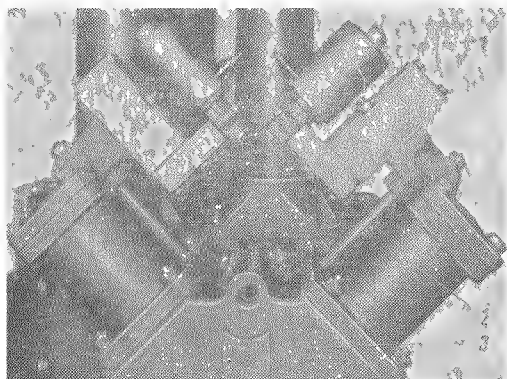


Рис. 112. Пневматический двигатель переключателя ступеней

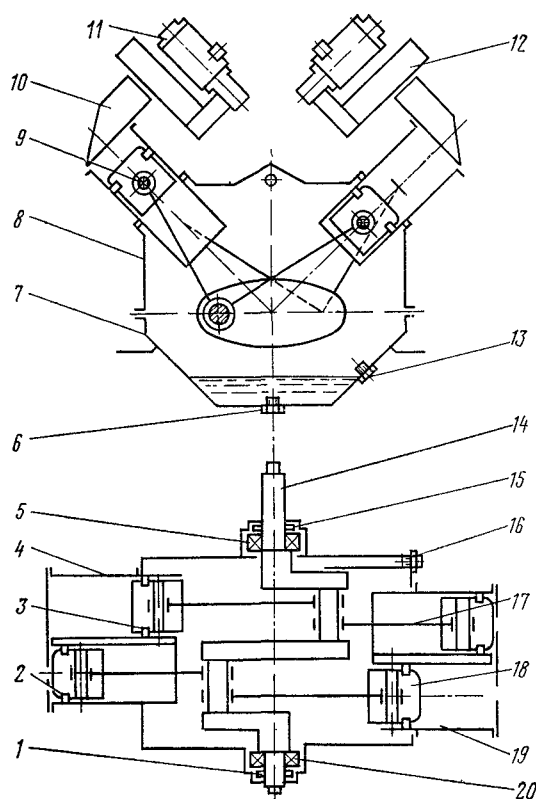


Рис. 113. Схематический разрез пневматического двигателя

четвертого и включением первого контакторов. Время между отключением второго или третьего контактора и началом движения избирателя не должно быть меньше 100 мс. Время перекрытия между третьим и первым и между четвертым и вторым контакторами должно быть около 40 мс. Время полного переключения избирателя с нулевой до 32-й позиции должно составлять 17 ± 2 с. В случае несоответствия работы контакторов указанному времени необходимо поставить дросселирующую прокладку с другим диаметром отверстия.

Работа пневмодвигателя происходит следующим образом. На нулевой позиции ПС ни один из электропневматических вентилей не возбужден, при этом полости цилиндров 2 и 3 (рис. 114) сообщены с атмосферой, а цилиндров 1 и 4 — с источником сжатого воздуха. Механизм привода занимает положение I.

При возбуждении вентиля б полость цилиндра 2 сообщится с источником сжатого воздуха, а полость цилиндра 4 с атмосферой и механизм привода займет положение II, что соответствует повороту кулачкового вала на 90° . При возбуждении обоих вентилей а и б полость цилиндра 1 сообщится с атмосферой, а цилиндр 3 наполнится сжатым воздухом. Механизм привода займет положение III, при этом колен-

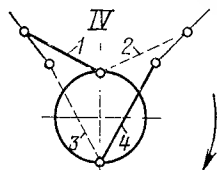
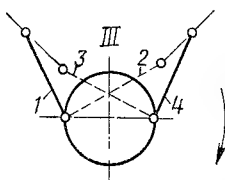
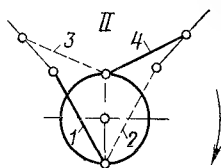
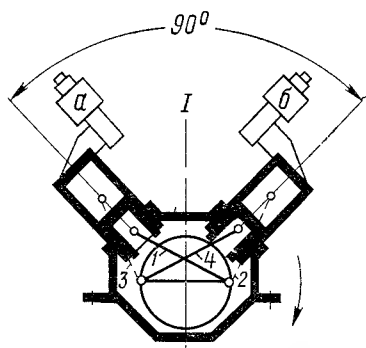
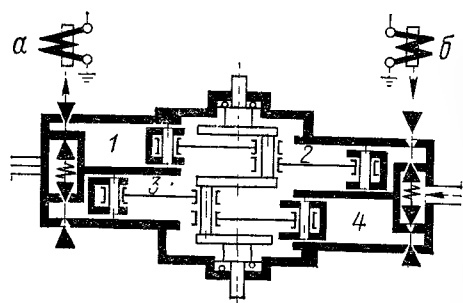


Рис 114. Схема работы пневматического двигателя

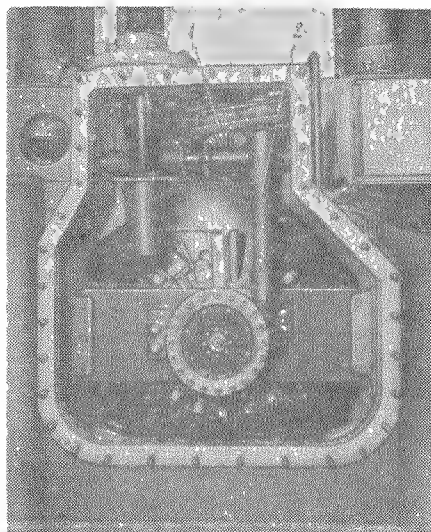


Рис 115. Зубчатая передача

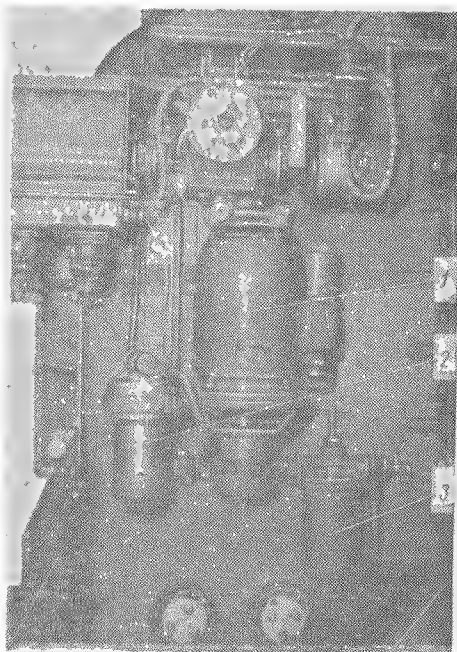


Рис. 116. Устройство для фильтрации масла

чатый вал повернется еще на 90° (или 180° , считая от исходного положения). При возбуждении вентиля *a* и обесточенном вентиле *b* полость цилиндра 2 сообщится с атмосферой, а цилиндр 4 наполнится сжатым воздухом. Механизм привода займет положение IV, при этом коленчатый вал пневматического двигателя повернется еще на 90° (или на 270° от первоначального положения).

Снятием питания с катушек обоих вентилях заканчивается цикл работы. Коленчатый вал пневмодвигателя поворачивается еще на 90° и приходит в исходное положение. При наборе следующих позиций ПС цикл работы пневмодвигателя повторяется.

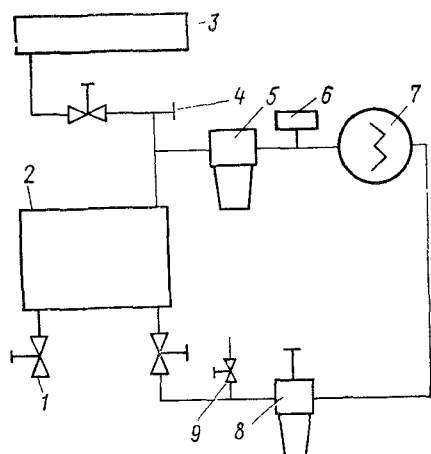
Поворот вала пневмодвигателя на 180° соответствует набору одной позиции ПС. Следовательно, для набора 32 позиций вал пневмодвигателя должен совершить 16 полных оборотов. При сбросе позиций ПС возбуждение вентилях пневмодвигателя происходит в обратном порядке, чем изменяется направление вращения коленчатого вала.

Движение вала пневмодвигателя через коническую зубчатую передачу 1 (рис. 115) с вертикальными валами 2 передается на кулачковый вал контакторов и на вал избирателя. На противоположном конце вала избирателя установлены механическая блокировка конечных положений ПС, блокировочные контакты и сельсин-датчик для сигнализации о положении избирателя.

Наряду с дистанционным управлением пневмодвигателя ПС имеет ручное управление с применением съемной рукоятки. При установке вала на нулевую позицию надлежит руководствоваться указателем точного положения ПС. Стрелка указателя должна находиться строго горизонтально посередине между двумя красными рисками на диске.

§ 35. СИСТЕМА ФИЛЬТРАЦИИ МАСЛА

Для очистки масла ПС от металлических частиц, которые образуются при скольжении роликов по неподвижным контактам избирателя, предусмотрена принудительная фильтрация масла. Устройство



для фильтрации масла (рис. 116) крепится на боковой части корпуса избирателя. Система фильтрации включает в себя насос с однофазным конденсаторным электродвигателем 1 типа 2АРС-71-4, фильтры грубой 2 и тонкой 3 очистки, реле давления, отрегулированного на $2-3 \text{ кгс/см}^2$, и переключающих кра-

Рис. 117. Схема фильтрации масла.

1 — кран для слива масла; 2 — бак избирателя; 3 — расширитель; 4 — фланец для подключения стационарной установки фильтрации масла; 5 — фильтр тонкой очистки; 6 — реле давления; 7 — электродвигатель с насосом; 8 — фильтр грубой очистки; 9 — кран для отбора проб масла

нов. Производительность насоса 4 л/мин, мощность электродвигателя 120 Вт. Электродвигатель может работать при напряжении от 160 до 280 В. Фильтр грубой очистки задерживает крупные части величиной более 0,14 мм. Фильтр тонкой очистки имеет две вставки: одна задерживает частицы величиной менее 0,14 мм, другая предназначена для тонкой очистки. При засорении фильтра тонкой очистки реле давления включает контакт дистанционной сигнализации (рис. 117).

§ 36. УХОД В ЭКСПЛУАТАЦИИ

Во время эксплуатации переключатель ступеней должен подвергаться ежедневному осмотру и контролю, при которых проверяется состояние и чистота опорных изоляторов, состояние контакторов, переходных резисторов. Подгоревшие контакты следует зачистить мелким напильником, при необходимости контакты заменить новыми. Осмотреть дугогасительные камеры и зачистить их от нагара. Осмотреть переходные резисторы и протереть техническими салфетками их изоляторы.

Время набора или сброса позиций ПС должно быть не более 19 с. При низких температурах ПС можно включать в работу при условии, если время полного набора или сброса позиций не превышает 38 с. Если это время больше, то необходимо включить электрообогрев искателя и пневматического двигателя.

При срабатывании газового реле во время эксплуатации необходимо проверить состояние предохранительной мембраны искателя. В случае разрушения мембраны следует произвести ревизию искателя со сливом масла из бака ПС. Через контрольную пробку проверить уровень масла в картере пневмодвигателя, при необходимости произвести доливку.

Периодически, не реже одного раза в месяц, надлежит включать фильтрацию масла в баке искателя в течение 3 ч. Фильтрацию масла можно производить как в условиях депо, так и при работе электровоза на линии. Систему фильтрации можно включать при температуре масла в баке трансформатора не ниже $+10^{\circ}\text{C}$. Трансформаторное масло, заливаемое в бак искателя, должно удовлетворять требованиям ГОСТ 982—56 и инструкциям завода-изготовителя. В том случае если переключатель ступеней не работал 12 ч, необходимо проверить его работу на холостом ходу, производя два полных цикла переключения. Если корпус искателя находился без масла более 24 ч, то следует произвести сушку искателя. Сушку можно производить без демонтажа ПС подачей напряжения на нагревательные элементы. Время сушки 6ч, при температуре $90\text{—}100^{\circ}\text{C}$. После окончания сушки бак ПС заполняют трансформаторным маслом. При БПР производят ревизию контактных деталей и редукторов привода со сливом масла из бака ПС. Роликовые контакты не должны иметь следов подгара и заеданий. Ход червячного привода должен быть плавным.

Изношенные или дефектные детали заменить новыми. Изоляционные плиты промыть чистым трансформаторным маслом. Сменить масло в пневмодвигателе, промыв его чистым маслом.

ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ

§ 37. ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОВОЗА ЧС4

На электровозе ЧС4 имеются две конструктивно одинаковые выпрямительные установки типа $\check{R}V10$, каждая из которых включает в себя одну тяговую и одну вспомогательную выпрямительные установки. Тяговая выпрямительная установка представляет собой однофазный мост, в плечо которого входит 20 параллельных ветвей, состоящих из четырех последовательно соединенных кремниевых вентилей (рис. 118). Таким образом, в одном плече находится 80, а во всей тяговой выпрямительной установке 320 вентилей. Применены вентили типа ВК200/5, у которых номинальное амплитудное обратное напряжение составляет 500 В и номинальный (средний) прямой ток — 200 А.

Все параллельно включенные вентили электрически соединены между собой низкоомными резисторами связи. Необходимость этих резисторов обусловлена следующими причинами. Как бы тщательно ни изготовлялись полупроводниковые вентили, они всегда будут иметь несколько различные вольт-амперные характеристики (рис. 119). Поэтому при параллельном соединении вентилей прямые токи в них будут

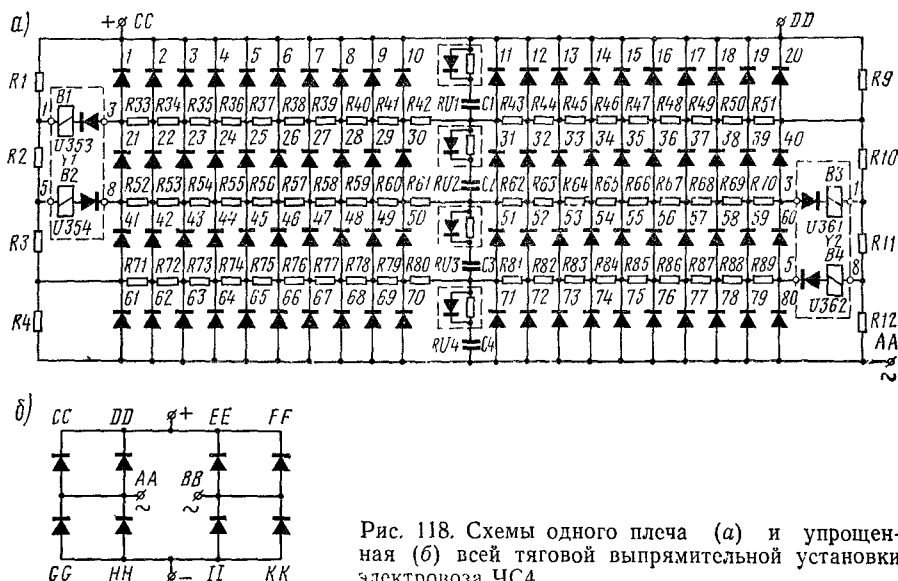


Рис. 118. Схемы одного плеча (а) и упрощенная (б) всей тяговой выпрямительной установки электровоза ЧС4

делиться неравномерно. На вентиль 1 с меньшим внутренним сопротивлением придется больший ток, чем на вентиль 2, так как падение напряжения ΔU от прямого тока в вентилях при параллельном их соединении одинаково.

Чтобы выравнять величины прямых токов в вентилях, можно выпрямительную установку комплектовать вентилями, подобранными по группам (т. е. по прямому падению напряжения). Однако в этом случае в эксплуатации возможны трудности с заменой вышедших из строя вентиляв.

Кроме того, из-за нелинейности вольт-амперных характеристик полупроводниковых вентиляв подбор вентиляв все же не обеспечивает равномерного распределения прямых токов во всем диапазоне колебания нагрузок тяговых двигателей.

Вместе с тем соединение катодов параллельных ветвей через небольшие резисторы обеспечивает такое токораспределение, что прямой ток из одной параллельной ветви почти не переходит в другую. При этом оказывается возможным использование вентиляв с большим разбросом прямых ветвей вольт-амперных характеристик, чем при глухом соединении. В частности, на электровазах ЧС4-002 — 011, где нет резисторов связи, каждая тяговая выпрямительная установка укомплектована вентилями только одной группы (величины падений напряжения на вентилях одной группы при номинальном прямом токе для вентиляв ВК200/5 разнятся лишь на 0,02 В). При повреждении вентиляв на этих электровазах их можно заменить только вентилями той же группы. На электровазах начиная с ЧС4-012 применены резисторы связи; поэтому вышедший из строя вентиль может быть заменен вентилем любой из трех групп, использованных на этих электровазах.

Равномерное распределение обратного напряжения по вентилям и защиту их от коммутационных перенапряжений обеспечивают подключением к каждому параллельному ряду контуров, состоящих из конденсаторов емкостью 8 мкФ, резисторов со-

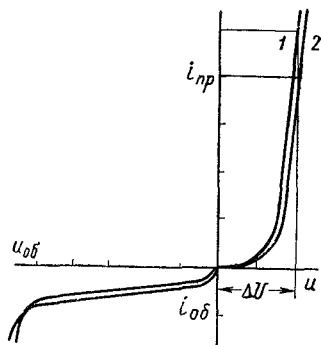


Рис. 119. Вольт-амперные характеристики неуправляемых полупроводниковых вентиляв

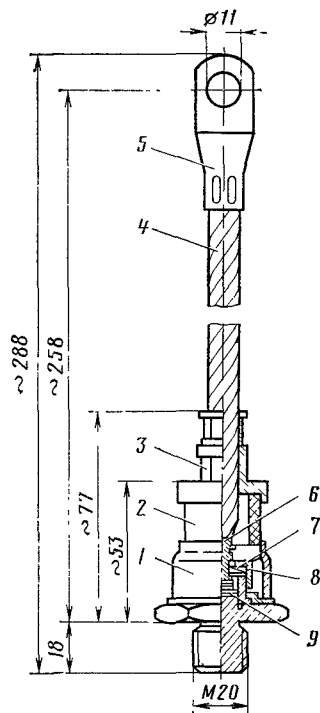


Рис. 120. Основные размеры и разрез неуправляемого кремниевого вентиля ВК200

противлением 5,6 Ом и маломощных германиевых диодов. Демпфирующий контур RC значительно снижает коммутационные перенапряжения и способствует медленному нарастанию обратного напряжения, а германиевый диод улучшает свойства контура в начальный момент приложения к вентилю обратного напряжения.

Вентиль VK200/5 (рис. 120) имеет корпус 1, изготовленный из меди. Ввод 3 вентиля изолирован от корпуса фарфоровым изолятором 2. Ввод в свою очередь соединен с гибким шунтом 4, к которому опрессовкой крепится наконечник 5. Внутри корпуса ввод 3 спаян с медным внутренним вводом 6, опирающимся на пластинку с p - n -переходом 9. Пластинка находится на основании корпуса вентиля. Необходимое контактное нажатие создает стальная пружина 7, действующая через прокладку из слюды 8 на выступ внутреннего ввода. Верхний диск пружины упирается в кольцо вспомогательных деталей.

Внутреннее пространство кремниевого вентиля герметически изолировано от внешней среды. При изготовлении корпус вентиля, кроме нижней части, которая соприкасается с радиатором охлаждения, покрывают эпоксидной смолой.

Вентиль имеет два вывода: гибкий шунт — анод и корпус — катод. Для того, чтобы увеличить интенсивность охлаждения вентиля, они ввинчены в охлаждающие радиаторы из алюминиевого сплава. С целью исключить коррозию на поверхности соприкосновения радиатора с медным вентилем применяют минеральный вазелин типа SP3 с высокой температурой плавления, который при нанесении тонким слоем не только предохраняет от коррозии, но и улучшает отвод тепла от вентиля в радиатор, не влияя на электрическое сопротивление контакта.

Большое значение для создания надежного контакта имеет сила затяжки при ввинчивании вентиля в радиатор. Она должна быть достаточно большой, но не превышать допустимой величины по условиям механической прочности пластины с p - n -переходом. Поэтому вентиль ввертывают в радиатор тарированным ключом с крутящим моментом 3—5 кгс·м. Радиаторы изготовляют из подогретого слитка продавливанием через специальную матрицу под большим давлением. В результате применения такой технологии достигается точность геометрических размеров, гладкость поверхности и сильное уплотнение материала, которое укрепляет охлаждающие ребра и увеличивает теплопроводность материала. Поверхность радиаторов, как и вентиля, покрывают эпоксидной смолой.

Вентили VK200/5 в комплекте с радиаторами, применяемыми в выпрямительных установках $\check{R}V10$, рассчитаны на следующие условия работы:

Температура охлаждающего воздуха . . .	45° С
Скорость охлаждающего воздуха . . .	10 м/с
Количество воздуха при его скорости между охлаждающими ребрами 10 м/с . . .	180 м ³ /мин
Вибростойкость при частоте 50 Гц . . .	3×9,81 м/с ²
Масса вентиля без охладителя . . .	0,4 кгс
То же с охладителем	1,8 »

Вентили вместе с радиаторами, аппаратурой защиты и сигнализации, принадлежащие одной тяговой выпрямительной установке и одной выпрямительной установке вспомогательных машин, размещены в общем металлическом шкафу (рис. 121). Габаритные размеры шкафа $1950 \times 1650 \times 820$ мм, масса — 1592 кг. С каждой из двух сторон шкафа расположено по два плеча моста тяговой выпрямительной установки (одно под другим). Соединенные параллельно вентили расположены в горизонтальных рядах, соединенные последовательно — в вертикальных.

Таким образом, с каждой стороны шкафа по горизонтали смонтировано 20, а по вертикали — 8 рядов вентиляей 2.

Последовательное соединение вентиляей выполнено следующим образом: гибкий вывод вентиля прикреплен болтами к пластинке, электрически связанной с соседним радиатором (пластинка прижимается к радиатору корпусом вентиля). Для исключения возможности касания гибкими шунтами друг друга или корпуса шкафа их изолируют полихлорвиниловыми трубками.

Корпуса радиаторов 3 в каждом горизонтальном ряду прикреплены один к другому за ушки болтами; при этом радиаторы электрически изолированы друг от друга текстолитовыми прокладками и втулками (под болты). К ушкам радиаторов болтами прикреплены проволочные резисторы связи. Комплект из пяти радиаторов установлен на вертикальных изолирующих текстолитовых плитах, которые смонтированы на каркасе шкафа 1. Охлаждающие ребра всех радиаторов размещены

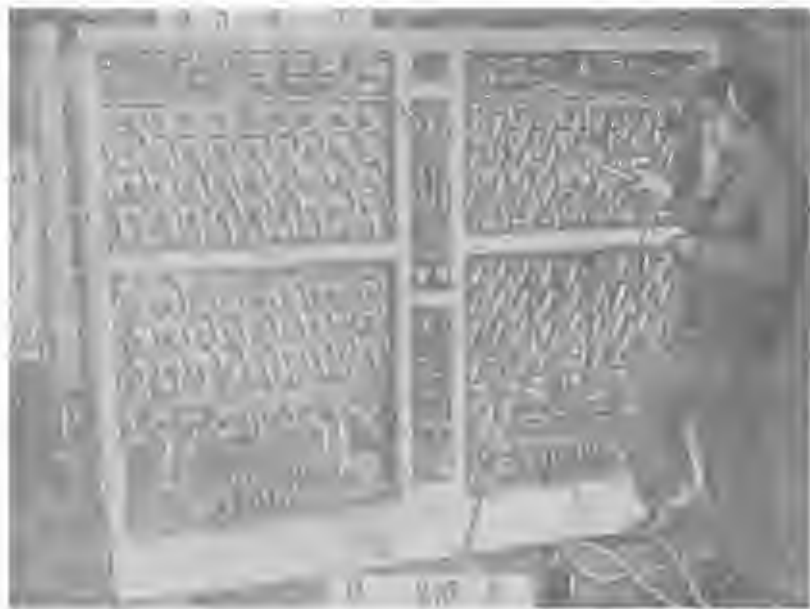


Рис. 121. Выпрямительная установка РV10 электровозов ЧС4

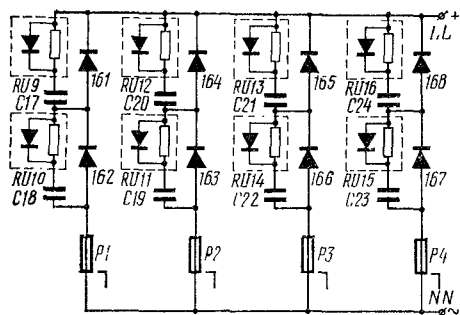


Рис 122. Схема плеча моста выпрямительной установки вспомогательных машин электровоза ЧС4

(красный цвет — плюсовые шины, синий — минусовые шины и фиолетовый — шины переменного тока). Из шкафа шины выведены через отверстия в его верхней части. Там же на текстолитовых панелях размещены резисторы с диодами 5 и конденсаторы 6, обеспечивающие защиту от перенапряжений и равномерное распределение по вентилям обратного напряжения. Рядом установлены резисторы 4, входящие в схему защиты от пробоя вентилях. Реле 7, срабатывающие при пробое вентилях, смонтированы в средней части шкафа; при работе электровоза они закрыты металлическими щитами с окошками, через которые видны сигнальные реле пробоя вентилях.

Цепи управления и сигнализации выполнены медным проводом сечением 1,5 мм². Соединение с низковольтными цепями электровоза осуществляется через штепсельный разъем, находящийся внизу шкафа.

Нижнюю часть шкафа занимает выпрямительная установка 8 вспомогательных машин. В последнем горизонтальном ряду с каждой стороны шкафа размещено по два плеча однофазного моста, укомплектованных вентилями того же типа, что и тяговая выпрямительная установка. Плечо моста состоит из четырех параллельных ветвей, в каждой из которых включено последовательно по два вентиля (рис. 122). Параллельные ряды вентилях электрически не связаны между собой (нет ни жесткого соединения катодов вентилях, ни резисторов связи), так как для выпрямительной установки вспомогательных машин, имеющей большой запас по току, равномерное деление токов не обязательно.

Равномерное распределение обратного напряжения по вентилям и защиту их от коммутационных перенапряжений выполняют аналогично тяговой выпрямительной установке конденсаторы 9 и резисторы с диодами 10 (см. рис. 121), смонтированные внизу шкафа. Там же установлены быстродействующие плавкие предохранители 11.

Поскольку выпрямительная установка вспомогательных машин расположена в общем шкафу с тяговой, ее вентили охлаждаются потоком воздуха, обдувающим тяговые вентили.

Запас по току допускает питание электродвигателя компрессора от вспомогательной выпрямительной установки без ее принудительного охлаждения.

в общем канале и обдуваются воздухом, прогоняемым вентиляторами сверху вниз — под шкафом выпрямительной установки находятся два осевых вентилятора. Наличие охлаждающего воздушного потока контролируют воздушоструйные реле мембранного типа, установленные на корпусах вентиляторов. Соединение тяговой выпрямительной установки с силовыми цепями электровоза выполнено медными шинами, покрытыми никелем и окрашенными нитрокраской

Силовой монтаж выпрямительной установки вспомогательных машин, как и тяговой, выполнен медными шинами.

Шкафы выпрямительных установок с обеих сторон закрыты съемными щитами. Закрытое положение шкафа контролируется блокировками безопасности 12, которые воздействуют на главный выключатель.

Основные технические данные выпрямительных установок электровозов ЧС4 следующие:

	Тяговая установка	Вспомогательная установка
Номинальное питающее напряжение, В . .	1040	260
Номинальное выпрямленное напряжение, В	935	235
Номинальный выпрямленный ток, А . . .	4800	1000

§ 38. ТЯГОВЫЕ ВЫПРЯМИТЕЛЬНЫЕ УСТАНОВКИ ЭЛЕКТРОВОЗА ЧС4^т

На электровозах ЧС4^т, как и на электровозах ЧС4 использованы две тяговые выпрямительные установки — по одной на три тяговых двигателя. В каждом плече выпрямительных мостов имеется 16 ветвей, состоящих из четырех последовательно включенных вентилях типа D 200 (рис. 123, а). Таким образом, всего в каждой выпрямительной установке типа DITYRUS-beta использовано 256 вентилях.

Сокращение количества параллельно включенных вентилях по сравнению с выпрямительными установками электровозов ЧС4 оказалось возможным благодаря применению компенсирующих трансформаторов, повышающих коэффициент использования вентилях по току и тем самым улучшающих распределение нагрузок между вентилях.

Как и в обычном выпрямительном мосту, на выводах переменного тока катоды последнего ряда вентилях одного плеча жестко связаны с анодами первого ряда вентилях соседнего плеча. Однако в выпрямительных установках типа DITYRUS-beta переменный ток подводится к вентилям через

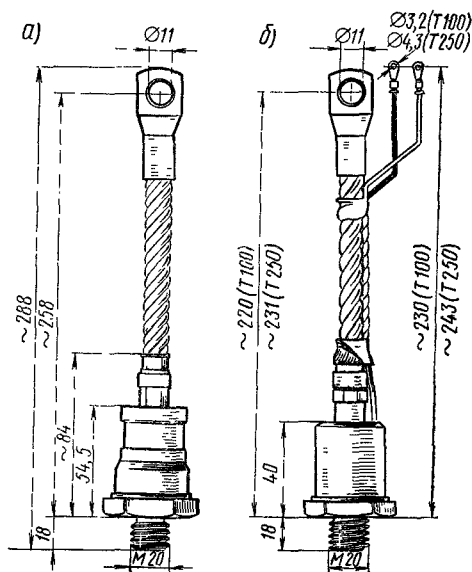


Рис. 123. Основные размеры и общий вид кремниевых вентилях, применяемых в полупроводниковых преобразовательных установках электровоза ЧС4^т:

а — неуправляемого вентиля D200, б — тиристоров 1100 и 1250

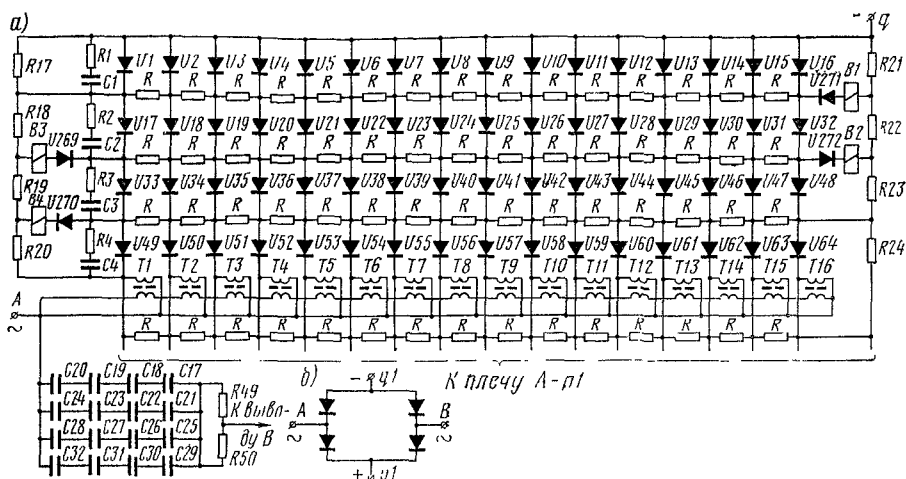


Рис. 124. Схемы одного плеча (а) и упрощенная (б) всей тяговой выпрямительной установки электровоза ЧС4^т

первичные обмотки компенсирующих трансформаторов (рис. 124). Вторичные обмотки этих трансформаторов соединены последовательно, образуя короткозамкнутый виток. Наводимый в этих обмотках ток способствует выравниванию первичных токов. При этом точность выравнивания токов определяется только параметрами компенсирующих трансформаторов независимо от числа параллельно включенных вентилях, так как всегда токи ветвей сравниваются с одним общим вторичным током.

Благодаря применению компенсирующих трансформаторов допускается замена вентилях без подбора по группам и обеспечивается эксплуатация выпрямительных установок при старении вентилях.

В связи с тем, что мощность компенсирующих трансформаторов не определяется требуемой точностью деления токов, а зависит только от распределения падений напряжений на параллельно включенных вентилях, габаритные размеры использованных трансформаторов типа КТ200 невелики. Каждый трансформатор представляет собой замкнутый сердечник из магнитного материала АРСО МХ 6А с двумя обмотками (рис. 125). Первичная обмотка состоит из четырех витков медной шины сечением 30×2 мм, длиной около 850 мм. Вторичной обмоткой служит проходящая через окно сердечника медная шина сечением 4×10 мм. Обмотки вместе с сердечником залиты эпоксидной смолой (Ерохуd 110).

Основные технические данные компенсирующего трансформатора КТ200 следующие:

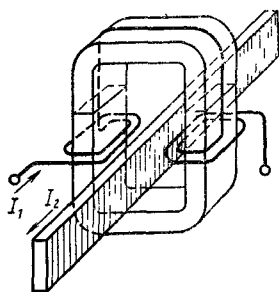


Рис. 125. Принципиальная схема компенсирующего трансформатора КТ200

Длительный ток	280 А,	через	вентиль	140 А
Часовой ток	300 »,	то же		150 »
15-минутный ток	400 »,	»		200 »
5-минутный ток	500 »	»		250 »
Максимальная неравномерность распределения токов по параллельно включенным вентилям при токах вентилях 200 А, и прямом падении напряжения на вентиле 60 мВ				±5%
Испытательное напряжение изоляции между сердечником и обмотками и обмоток между собой				500 В
Масса				2,3 кг
Габаритные размеры				85×90×80 мм

Наличием компенсирующих трансформаторов и меньшим количеством вентилях в основном исчерпываются различия в схемах тяговых выпрямительных установок электровозов ЧС4 и ЧС4^Т. Можно отметить также отсутствие германиевых диодов в контурах, обеспечивающих равномерное распределение обратного напряжения по вентилям и защиту их от коммутационных перенапряжений.

По конструктивному исполнению выпрямительные установки электровозов ЧС4^Т мало отличаются от выпрямительных установок электровозов ЧС4. Вентиля в комплекте с радиаторами, аппаратурой защиты и сигнализации также смонтированы в общем металлическом шкафу (рис. 126). В каждом из двух установленных на электровозе шкафов находится по одной тяговой выпрямительной установке и одной выпрямительной установке вспомогательных машин. Габаритные размеры шкафа 1927 × 1590 × 670 мм, масса — 1250 кг. Расположение и крепление вентилях в установках, электрические соединения и монтаж выполнены таким же образом, как и в шкафах выпрямительных установок типа ÑV10. В горизонтальных рядах каждого плеча тяговой выпрямительной установки смонтировано по 16 вентилях, а в вертикальных рядах — по 4 вентилях.

В отличие от выпрямительных установок электровозов ЧС4, как отмечено выше, на электровозах ЧС4^Т использованы компенсирующие трансформаторы. Они смонтированы с каждой стороны шкафа в одном горизонтальном ряду, расположенном между двумя плечами тяговой выпрямительной установки, и имеют электрическое соединение с катодами крайних вентилях соседних плеч.

Другое конструктивное отличие выпрямительной установки DITYRUS-beta от ÑV10 состоит в том, что охлаждение вентилях осуществляется вентиляторами, общими для выпрямительной установки и тяговых двигателей, причем воздушный поток направлен снизу вверх шкафа и выбрасывается в отсек с тормозными резисторами. Контроль работы мотор-вентиляторов осуществляют реле мощности, которые находятся в шкафах выпрямительных установок и электрически связаны с цепями соответствующих вспомогательных электродвигателей. Силовой монтаж и выводы из выпрямительной установки выполнены аналогично электровозам ЧС4 медными шинами, покрытыми никелем и окрашенными нитрокраской. Электрические соединения

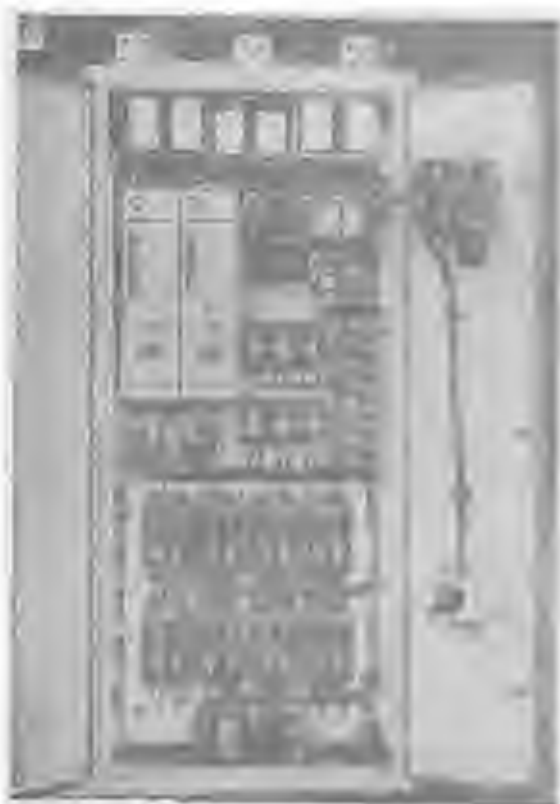
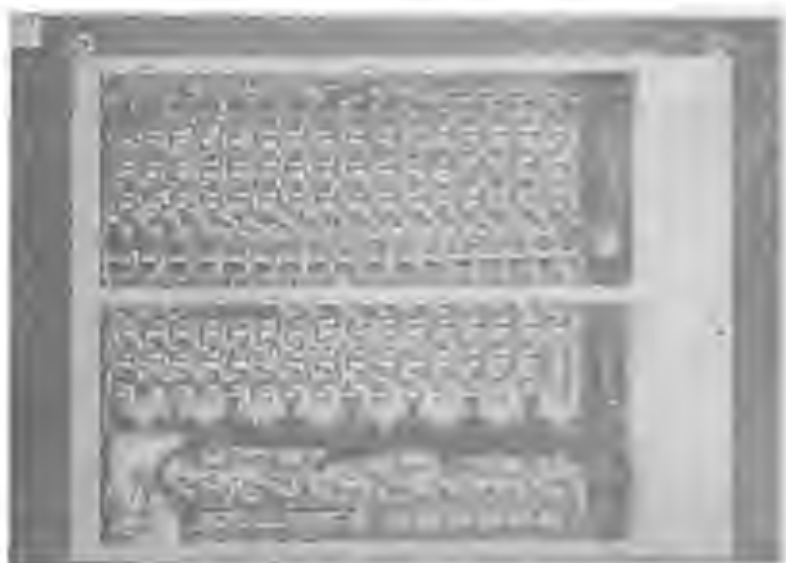


Рис 126 Выпрямительная установка DITYRUS-beta электровоза ЧС4Т:
а — вид спереди, *б* — вид сбоку

в низковольтных цепях осуществлены медным проводом с использованием штепсельных разъемов.

В нижней части шкафов расположены выпрямительные установки вспомогательных машин. Они существенно отличаются от вспомогательных установок электровозов ЧС4. Для стабилизации напряжения питания вспомогательных машин, применяемой на электровозах ЧС4^т, в каждые два плеча выпрямительных мостов включены тиристоры, позволяющие осуществлять фазовое регулирование выпрямленного напряжения (рис. 127). Как отмечено выше, тиристоры на электровозах ЧС4^т применены также в преобразовательной установке 021 для возбуждения тяговых двигателей при реостатном торможении.

В непроводящем направлении тиристор ведет себя как неуправляемый клапан, и поэтому обратные ветви вольт-амперных характеристик тиристоры (рис. 128) и диодов аналогичны. В проводящем направлении тиристор заперт при изменении напряжения в диапазоне от нуля до напряжения пробоя внутреннего *n-p*-перехода. При достижении этого напряжения, называемого напряжением переключения, тиристор открывается, напряжение анод-катод резко уменьшается (кривые 2, 3 на рис. 129), и тиристор работает как обычный неуправляемый клапан в проводящем направлении. На практике, однако, такой способ открытия тиристоры применяется редко. Как правило, для этих целей на управляющий электрод подается положительный по отношению к катоду потенциал. Под действием импульса тока запирающее действие внутреннего *n-p*-перехода нарушается, причем чем больше ток управления, тем при меньшем напряжении анод-катод открывается тиристор. Для отпираия примененных в выпрямительных установках вспомогательных машин электровозов ЧС4^т тиристоры типа Т100 используется импульс тока шириной 500 мкс.

Величины тока и напряжения управления, при которых тиристор включается, зависят от целого ряда технологических и конструктивных факторов, и даже тиристоры одного типа имеют существенный разброс этих величин. Поэтому в паспорте на тиристоры указываются минимальные величины тока и напряжения в цепи управления, которые обеспечивают надежное включение тиристора во всех эксплуатационных режимах. Как следует из характеристики тиристора типа Т100 (рис. 130, а), для надежного его включения, например, при температуре воздуха +25° С, управляющий импульс должен иметь ток, не менее 200 мА и напряжение не менее 3 В, а при температуре —50° С ток должен быть 300 мА или больше при том же напряжении 3 В.

Выключение тиристора обычно осуществляют путем изменения полярности приложенного напряжения. При этом запираются оба внешних *p-n*-перехода, и тиристор выключается. В полупроводниковых преобразовательных установках электровозов ЧС4^т выключение тиристоры происходит при изменении полярности синусоидального напряжения на входе выпрямительного моста.

На электровозах ЧС4^т использованы тиристоры типа Т100 (в выпрямительных установках вспомогательных машин) и типа Т250 (в полупроводниковых преобразовательных установках для возбуждения обмоток тяговых двигателей при реостатном торможении и в зарядном

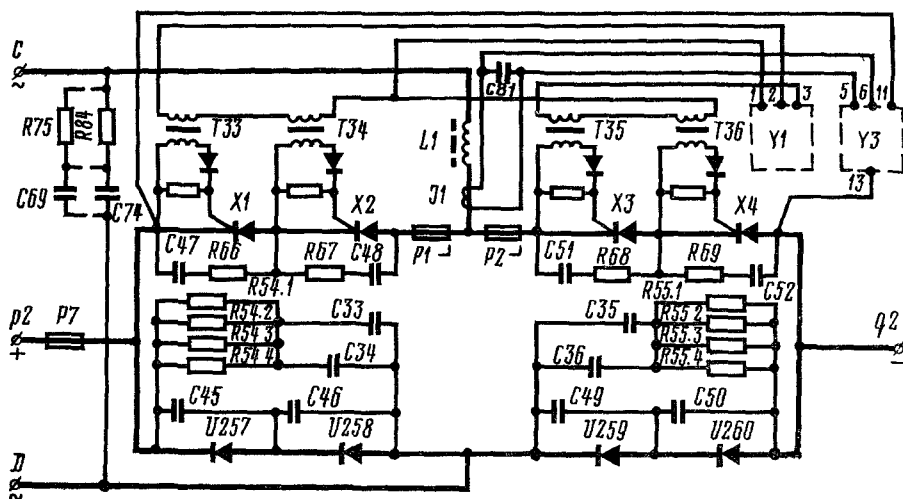


Рис. 127. Схема плеча моста выпрямительной установки вспомогательных машин электровоза ЧС4т

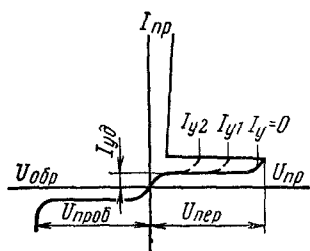


Рис. 128. Типовая вольт-амперная характеристика тиристора

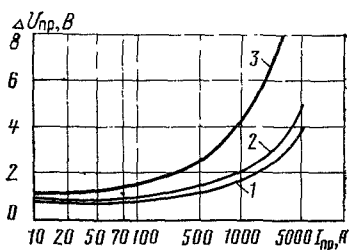


Рис. 129. Зависимость падения напряжения $\Delta U_{\alpha p}$ от прямого тока $I_{\alpha p}$ в неуправляемых вентилях VK200, D200 (1) и тиристорах T250 (2), T100 (3)

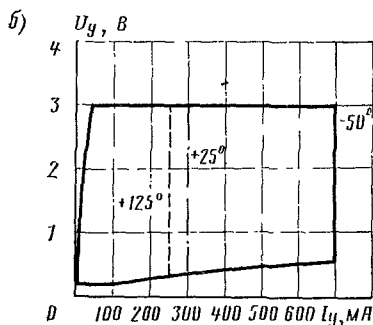
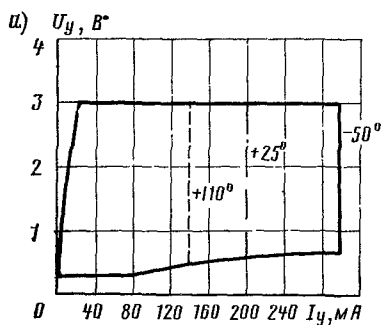


Рис. 130. Диаграмма управления тиристорами Т100 (а) и Т250 (б)

устройстве аккумуляторной батареи). В комплекте с радиаторами тиристоры рассчитаны на следующие условия работы:

	T100	T250
Температура охлаждающего воздуха, °C .	35	35
Скорость охлаждающего воздуха, м/с, не менее	6	7
Номинальный ток, А	100	250
Ток перегрузки, А		
в течение 10 мс, 35° C	2100	4000
то же 100° C	1800	—
» 125° C	—	3500
Падение напряжения, В, не более	0,72	0,65
Обратный ток, мА, не более	10	30
Ток включения, мА	200	300
Время включения, мкс	3—6	3—7
Масса тиристора без радиатора, кг	0,4	0,45

Тиристоры рассчитаны на работу в диапазоне температур от —50 до +110° C. Крутящий момент при ввертывании тиристоров в радиатор должен быть 3—5 кгс·м.

Выпрямительные установки вспомогательных машин электровозов ЧС4т — их всего шесть: по три полууправляемых выпрямительных моста в каждом шкафу — совершенно одинаковы. Поэтому на рис. 127 приведена схема лишь одного моста 220₁. В его управляемых плечах включено последовательно по два тиристора X1 — X4 (T100, 8-го класса), в неуправляемых по два кремниевых вентиля V257 — V 260 (D200, 9-го класса). Подвод переменного тока со стороны тиристоров производится через дроссель насыщения L1. Там же установлен датчик тока J1 для системы управления тиристорами. Управляющие импульсы на тиристоры подаются через импульсные трансформаторы T33 — T36 от системы управления, собранной из унифицированных электронных блоков Reckdup-5 (Y1, Y3). Для защиты от токовых перегрузок и коротких замыканий используются блочные предохранители, причем установленные последовательно с тиристорами предохранители имеют контакты, связанные с цепями сигнализации электровоза. Защита от перенапряжений осуществляется контурами RC R75 — R84 (10 Ом), C69 — C74 (8 мкФ) — от внешних и R53 — R58, R66 — R69 (33 Ом), C45 — C52 (2 мкФ) — от коммутационных.

Полупроводниковая преобразовательная установка типа BATYR-beta для возбуждения обмоток тяговых двигателей при остаточном торможении, схема которой представлена на рис. 131, смонтирована в отдельных шкафах с габаритными размерами 1170 × × 1130 × 395 мм, массой 270 кг (рис. 132), установленных в ВВК электровоза.

Так же, как и ВУ вспомогательных машин, описываемая установка представляет собой полууправляемый выпрямительный мост. В его управляемых плечах включено по 4 параллельно соединенных тиристора X1 — X8 (T250, 10-го класса), в неуправляемых — по 6 параллельно соединенных диода (D200, 9-го класса). Для лучшего использования вентилей по току применены компенсирующие трансформаторы

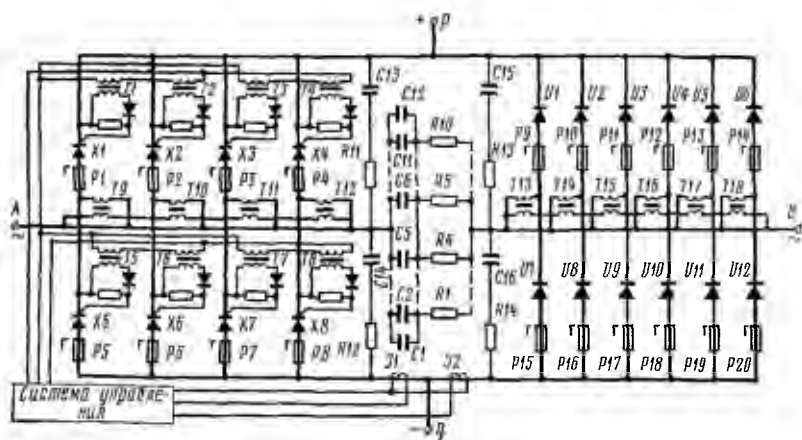


Рис. 131. Схема полупроводниковой преобразовательной установки BATYR-beta для возбуждения обмоток тяговых двигателей при реостатном торможении

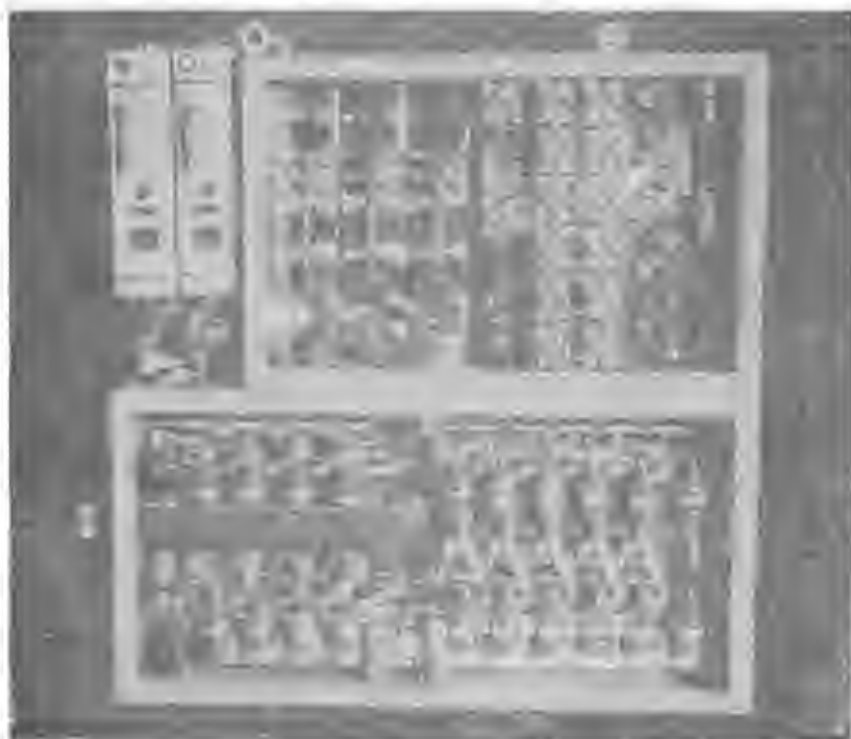


Рис. 132. Полупроводниковая установка BATYR-beta электровоза ЧС47

$T9 — T18$ (КТ200). Датчики тока $J1, J2$, для системы управления установлены со стороны минусового вывода моста. Управляющие импульсы на тиристоры подаются через импульсные трансформаторы $T1 — T8$ от системы управления, собранной из блоков Реckдун-5. Защита от перегрузок и токов коротких замыканий обеспечивается быстродействующими предохранителями $P1 — P20$, включенными последовательно с каждым вентилем. Предохранители имеют контакты для сигнализации срабатывания.

От перенапряжений установка BATYR-beta защищена контурами RC : от внешних — $R1 — R10, C1 — C12$; от коммутационных — $R11 — R14, C13 — C16$. Сопротивление использованных резисторов 10 Ом, емкость конденсаторов 8 мкФ.

Отметим, что как в ВУ вспомогательных машин, так и в установке BATYR-beta для защиты от перегрузок используется снятие управляющих импульсов от тириستоров.

§ 39. ЗАЩИТА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ОТ ТОКОВЫХ ПЕРЕГРУЗОК

Условия работы электровозных полупроводниковых преобразовательных установок таковы, что в процессе эксплуатации могут возникать перегрузки, короткие замыкания (к.з.), коммутационные и атмосферные перенапряжения, а также увеличение напряжения при пробое отдельных последовательно соединенных вентилях. Для того чтобы выпрямительные установки работали надежно, необходимо защищать вентили от опасных для них режимов.

Ток, проходящий по вентилям в проводящем направлении, обуславливает основную часть потерь в вентилях. Вентиль рассчитан на номинальную мощность потерь, которой при определенных эксплуатационных условиях соответствует номинальная температура $p-n$ -перехода. Из-за незначительной массы и небольшой теплоемкости кремниевое элементарное вентили имеют очень малую термическую устойчивость. Увеличение допустимой мощности потерь, приводящее к превышению предельного значения температуры (для разных типов вентилях они различны), вызывает разрушение $p-n$ -перехода. В связи с этим допустимое время протекания тока через вентили при коротком замыкании или перегрузке должно быть ограничено. При эксплуатации полупроводниковых преобразовательных установок их защита должна обеспечить, чтобы указанные на рис. 133 предельные значения не превышались.

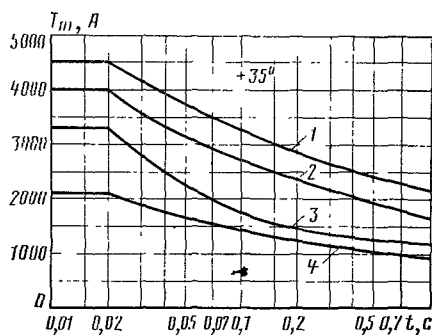


Рис. 133. Характеристики перегрузочных способностей неуправляемых вентилях D200 (1), VK200 (3) и тиристоров T250 (2), T100 (4)

На электровозах ЧС4 и ЧС4^т ток перегрузки, приходящийся на один вентиль, существенно ограничен, с одной стороны, высоким реактансом тягового трансформатора, с другой стороны, большим количеством параллельных ветвей в плече моста выпрямительной установки, обусловленным групповым включением тяговых двигателей и их параметрами. Кроме того, в момент перегрузки или короткого замыкания (круговой огонь на коллекторе тягового двигателя) в цепи остается сглаживающий реактор (случаи полного к. з. на выводах тяговой выпрямительной установки крайне редки и при проектировании защиты не учитываются). Поэтому время, за которое температура *p-n*-перехода вентилей VK200 и D200 достигнет предельного значения, сравнительно велико, и для надежной защиты тяговых выпрямительных установок оказалось возможным использовать главный выключатель. С целью ускорения срабатывания главного выключателя при токовых перегрузках в цепях тяговых выпрямительных установок на электровозах до ЧС4-160 включительно используется дополнительный электропневматический вентиль, установленный на главном выключателе и имеющий электронную схему управления (рис. 134).

ГВ срабатывает, когда электропневматический вентиль *cN* теряет питание. Это происходит при открытии тиристора *U24*, подключенного параллельно катушке вентиль *cN*; сигнал на управляющий электрод тиристора подается в момент, когда ток перегрузки выпрямительной установки достигнет значения 5800 А.

На шинах переменного тока тяговых выпрямительных установок размещены измерительные трансформаторы тока 145, 146, служащие

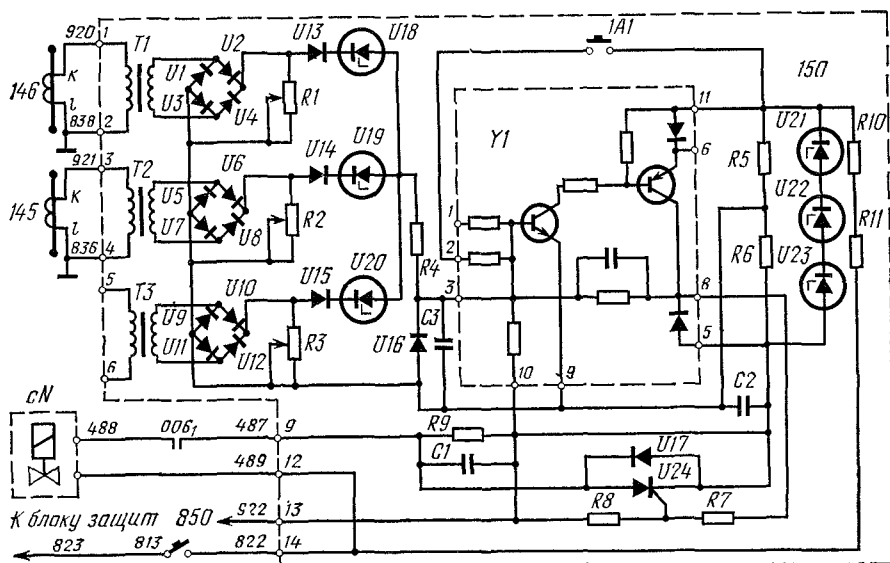


Рис. 134. Схема цепи управления электропневматическим вентилем главного выключателя при защите тяговых выпрямительных установок электровоза ЧС4 (блок 150)

датчиками перегрузки или короткого замыкания в выпрямительной установке. На электровозах до ЧС4-061 включительно установлены четыре трансформатора 145—148. Вторичные обмотки трансформаторов $k-l$ подключены к входным зажимам 1-2 и 3-4 блока управления электропневматическим вентилем; зажимы 5-6 являются резервными. Ток, проходящий по вторичным обмоткам трансформаторов тока, понижается трансформаторами $T1, T2$ в блоке управления (блок 150). Затем напряжение подается на вход выпрямительных мостов $U1-U4$ и $U5-U8$. Выпрямленный ток проходит по регулируемым резисторам $R1$ и $R2$, с помощью которых задается уставка срабатывания. Напряжение с этих резисторов через разделительные диоды $U13, U14$, стабилитроны $U18, U19$, резистор $R4$ и защитный диод $U16$ подводится на входные зажимы 3 и 9 триггера $Y1$, который усиливает сигнал и через ограничительный резистор $R7$ подает его на управляющий электрод тиристора $U24$.

Питающее напряжение на триггер и анод-катод тиристора подается от аккумуляторной батареи через резисторы $R10, R11$ и поддерживается постоянными стабилитронами $U21, U22, U23$.

При нормальном режиме работы тяговых выпрямительных установок измерительный ток, проходящий в блок управления электропневматическим вентилем, создает на регулируемых резисторах $R1$ и $R2$ падение напряжения, величина которого ниже порогового напряжения стабилитронов $U18, U19$. Поэтому триггер $Y1$ остается в «закрытом» состоянии и по включенному на его выходе управляющему электроду тиристора $U24$ ток практически не течет, и тиристор закрыт. При коротком же замыкании или токовой перегрузке в тяговой выпрямительной установке в блок управления электропневматическим вентилем придет достаточно мощный токовый импульс, который вызовет на регулируемых резисторах $R1, R2$ падение напряжения, по величине большее порогового напряжения стабилитронов $U18, U19$. Поэтому в цепи управляющего электрода потечет ток, достаточный для открытия тиристора $U24$. Открывшись, тиристор $U24$ зашунтирует катушку электропневматического вентиля cN . Вентиль потеряет питание, что вызовет отключение главного выключателя.

Проверить работоспособность блока управления электропневматическим вентилем можно кнопкой 1A1. При ее нажатии на вход триггера подается напряжение от аккумуляторной батареи, имитирующее аварийный сигнал; в этот момент $ГВ$ должен отключиться.

Приборы, входящие в систему управления электропневматическим вентилем, собраны на текстолитовой плите, укрепленной в металлическом ящике размерами 512×297 мм. Передняя крышка ящика съемная и крепится четырьмя откидными винтами. В верхней части панели установлены трансформаторы тока ($T1-T3$). Под ними укреплены панели с резисторами, диодами, триггером и тиристором, кнопка для проверки работоспособности блока.

В нижней части текстолитовой плиты находится рейка с зажимами. Внутренний монтаж в блоке выполнен многожильными медными проводами сечением 0,75 и 1,5 мм². Трансформаторы $T1-T3$, резисторы $R1-R3$ и кнопка 1A1 заземлены.

Подключение блока к цепи электровоза выполнено с помощью штепсельного разъема. Ящик блока управления крепится четырьмя болтами М8 к задней стенке в первой кабине машиниста.

Блок 150 имеет следующие технические данные:

Номинальное питающее напряжение	48 В
Максимальное » »	66 »
Минимальное » »	33 »
Максимальный ток на входе	5,5 А
Ток на выходе:	
длительный	5 »
в течение 1 с	16 »
Напряжение на выходе	1,5 В
Время срабатывания, не болсе	100 мс
Уставка цепи срабатывания	2,5—5,5 А
Масса	20 кг

Блок рассчитан на работу при колебаниях температуры окружающей среды от -50 до $+50^{\circ}\text{C}$.

Перед пуском электровоза в эксплуатацию следует задать уставку срабатывания защиты. Это осуществляется следующим образом. На рейке с зажимами в блоке 150 отсоединяют провода, идущие от вторичных обмоток трансформаторов тока 145, 146. К первичной обмотке трансформатора тока Т1 подключают посторонний источник тока. Для измерения величины тока уставки применяют амперметр переменного тока с пределом измерения до 10 А, класса 0,5 с дополнительным резистором сопротивлением 2—4 Ом, мощностью 300—500 Вт.

На регулируемом резисторе R1 в блоке устанавливают минимальное значение сопротивления путем поворота движка против часовой стрелки до упора. Затем, постепенно повышая напряжение на автотрансформаторе, увеличивают ток в цепи первичной обмотки трансформатора Т1 до 7,25 А. Это значение соответствует току 5800 А на шинах переменного тока тяговой выпрямительной установки — току уставки защиты. Медленным вращением по часовой стрелке движка резистора R1 увеличивают величину его сопротивления до тех пор, пока не произойдет отключение главного выключателя. Не трогая движка, автотрансформатором уменьшают ток и затем включают главный выключатель. После этого, плавно повышая величину тока, контролируют по амперметру, произойдет ли отключение ГВ при токе 7,25 А. Возможное отклонение устраняют регулировкой величины сопротивления резистора R1. Точно также задают уставку для цепи трансформатора Т2.

Найденные положения движков резисторов R1 и R2 фиксируют предохранительными рейками. После этого посторонний источник тока отсоединяют и к соответствующим зажимам подключают отсоединенные ранее провода от трансформаторов тока 145, 146. Такую наладку защиты производят лишь перед пуском электровоза в эксплуатацию и при заводском ремонте. В остальных случаях уход за блоком 150 сводится к проверке крепления проводов и очистке от пыли и загрязнения приборов внутри блока.

Перед пуском электровоза в эксплуатацию, а также на каждом малом и большом периодическом ремонтах необходимо проверить работо-

Таблица 2

Причина неисправности	Способ устранения
На зажимах 13, 14 отсутствует питающее напряжение (48 В постоянного тока) На стабилитронах <i>U21—U23</i> отсутствует напряжение (оно должно быть равно 28 В постоянного тока) Напряжения на резисторах <i>R5</i> и <i>R6</i> не равны между собой и отличаются больше чем на 15% Замеренные напряжения на указанных выше участках соответствует норме, но цепь не срабатывает	Проверить контакты в штепсельном разъеме и всю питающую цепь Проверить целостность резисторов <i>R10, R11</i> и стабилитронов <i>U21, U23</i> и в случае неисправности заменить Резистор, на котором напряжение повышено, заменить на новый Заменить триггер <i>Y1</i>

способность цепи управления электропневматическим вентилем ГВ с помощью кнопки 1А1. Проверку блока 150 с помощью кнопки 1А1 следует производить не более трех раз подряд. Если после нажатия кнопки не произойдет отключения ГВ, это значит, что в блоке 150 имеется неисправность. Наиболее характерные неисправности блока 150 приведены в табл. 2.

Может также происходить постоянное самопроизвольное срабатывание электропневматического вентиля при отсутствии перегрузки тяговой выпрямительной установки и без нажатия кнопки 1А1. В этом случае необходимо проверить триггер *Y1* и тиристор *U24*. Перед вводом электровоза в эксплуатацию следует проверить работоспособность блока 150 при исчезновении питающего напряжения. Для этого на 10 с выключают автоматический защитный выключатель 813, через который к блоку 150 подводится питание от аккумуляторной батареи. В течение этого времени не должно происходить самопроизвольного отключения электропневматического вентиля. Такую проверку работоспособности блока произвести 5 раз.

На электровозах, начиная с ЧС4-162, блок 150 не устанавливается, а повышение быстродействия защиты тяговых выпрямительных установок достигнуто за счет уменьшения времени срабатывания реле 852 — исполнительного реле в блоке защит 850.

Защита от токовых перегрузок вентилях (диодов и тиристоров) во вспомогательных выпрямительных установках и в установке для возбуждения обмоток тяговых двигателей при реостатном торможении осуществляется быстродействующими предохранителями. Часть предохранителей имеет вспомогательные контакты, заведенные в цепь сигнализации повреждения вспомогательных выпрямительных установок. Плавкие вставки, используемые в быстродействующих предохранителях, имеют характеристики выключения, которые с определенным запасом лежат ниже кривых перегрузочной способности использованных вентилях. Тем самым обеспечивается уверенная защита как неуправляемых вентилях, так и тиристоров во всех возможных режимах перегрузки их по току.

§ 40. ЗАЩИТА ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УСТАНОВОК ОТ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ

Защита от перенапряжений. Перенапряжения, возникающие в высоковольтных цепях электровозов, можно разделить на атмосферные и коммутационные. Из-за наличия емкостной связи между обмотками тягового трансформатора эти перенапряжения, имеющие форму затухающих колебаний, могут переноситься на полупроводниковые преобразовательные установки даже при наличии высоковольтного разрядника. Амплитуда и длительность воздействия перенапряжений зависят главным образом от параметров переключаемых электрических цепей и конструктивных особенностей коммутирующей аппаратуры. Решающее влияние на величину перенапряжений оказывает энергия, запасенная в индуктивностях отключаемых цепей, а также межэлементные емкостные связи.

Для защиты от перенапряжений тяговых выпрямительных установок на электровозе ЧС4 параллельно вторичным обмоткам включены конденсаторы емкости 4 мкФ, а последовательно с конденсаторами — демпфирующие резисторы сопротивлением 2,4 Ом. Учитывая возможность перегрева резисторов, а также пробой конденсаторов, указанные контуры RC защищены предохранителями с плавкими вставками на ток 8,8 А. Элементы защиты тяговых выпрямительных установок от перенапряжений смонтированы на двух одинаковых панелях — по одному блоку (тип УРО-15) на каждую тяговую выпрямительную установку. Блоки расположены рядом с тяговым трансформатором.

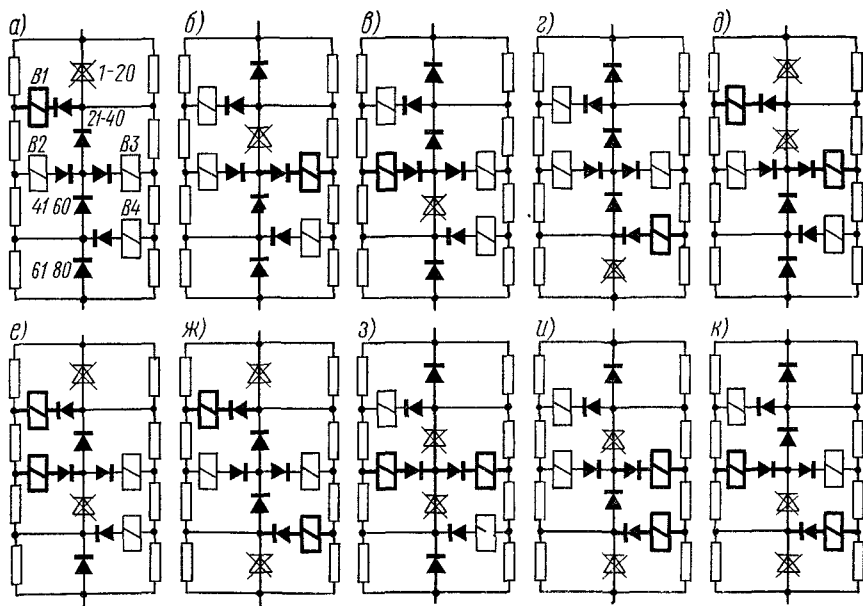
На электровозах, начиная с ЧС4-162, к каждому выводу вторичных обмоток подсоединены также заземленные конденсаторы емкостью по 0,1 мкФ, служащие для фильтрации перенапряжений и одновременно способствующие уменьшению амплитуды емкостной составляющей перенапряжений с крутым фронтом, которые воздействуют на первичную обмотку тягового трансформатора. Такие же конденсаторы использованы в цепях обмотки собственных нужд, от которой получают напряжение выпрямительная установка вспомогательных машин и установка для возбуждения обмоток тяговых двигателей при реостатном торможении.

Защита от пробоя вентиляей. Как известно, при пробое вентиляей обратное напряжение на оставшихся целых вентилях возрастает. Причем относительная величина увеличения напряжения прямо пропорциональна числу пробитых и обратно пропорциональна числу целых последовательно включенных в плечо моста вентиляей.

На электровозах ЧС4 и ЧС4г, где в каждом плече моста тяговой выпрямительной установки последовательно включены только четыре вентиля, пробой одного вентиля вызывает возрастание обратного напряжения на остальных вентилях плеча на 33%. При пробое двух последовательно соединенных вентиляей обратное напряжение на оставшихся двух вентилях увеличивается вдвое. Поэтому защите тяговых выпрямительных установок при пробое вентиляей на электровозах ЧС4 и ЧС4г уделено большое внимание. При пробое одного вентиля собирается цепь сигнализации (загорается сигнальная лампа на пульте ма-

Это свойство защиты обусловлено применением схемы включения реле, служащих датчиками пробоя вентилей.

В случае пробоя какого-либо вентиля распределение обратного напряжения на оставшихся целых вентилях изменится так, что на катушках определенных реле появится напряжение. Так как последовательно с катушками реле включены диоды, при пробое одного любого вентиля ток будет протекать лишь по катушке одного определенного реле. Из рис. 135, *a—г* видно, что при пробое вентиля в плече *1—20*



181

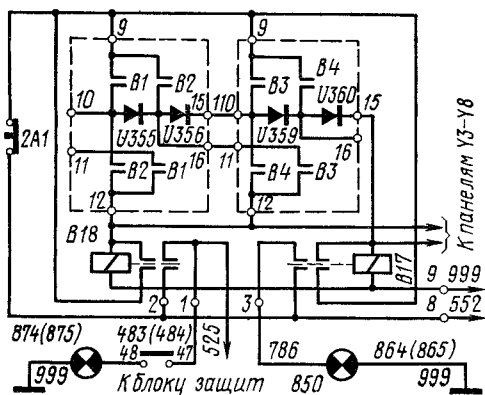


Рис. 136. Схема цепей сигнализации и отключения главного выключателя при пробое вентилей в тяговых выпрямительных установках

ного вентиля в тяговой выпрямительной установке». Другими контактами реле *B17* становится на самоподпитку. На выпрямительной установке при этом срабатывает сигнальное реле, указывающее, что пробит один вентиль (или несколько в группе параллельно включенных вентилей).

При срабатывании двух реле, как видно из рис. 136, питающее напряжение через их контакты и разделительные диоды *U355*, *U356* будет подано на катушку сигнального реле *B18*, при срабатывании которого отключается ГВ. Срабатывание реле *B18* указывает, что в данной тяговой выпрямительной установке пробиты два последовательно включенных вентиля. При этом на пульте управления электровозом горит соответствующая сигнальная лампа *874 (875)*. Для возвращения сигнальных реле в исходное положение необходимо кнопкой *2A1* разорвать цепь самоподпитки реле *B17* и *B18*.

Реле, служащие датчиками пробоя остальных трех плеч выпрямительного моста, воздействуют также на реле *B17* и *B18*.

Аппаратура защиты при пробое вентилей конструктивно размещена в шкафах выпрямительных установок.

§ 41. БЛОКИ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ПОВРЕЖДЕННЫХ ВЕНТИЛЕЙ

Для проверки целостности вентилей в полупроводниковых преобразовательных установках на электровозах ЧС4 и ЧС4^т имеются специальные переносные блоки. Общий вид блока для проверки вентилей электровозов ЧС4 показан на рис. 137, а схемы блоков обоих типов — на рис. 138 и 139. Блоки, применяемые на электровозах ЧС4 (см. рис. 138), позволяют обнаружить пробитые вентили и вентили с обрывом цепи.

сработает реле *B1*, в плече 21—40 — реле *B3*, в плече 41—60 — реле *B2* и в плече 61—80 — реле *B4*.

В случае пробоя двух последовательно включенных вентилей всегда срабатывают два реле (рис. 135, д — к).

Контакты реле *B1*—*B4* включены по схеме, изображенной на рис. 136. При срабатывании одного из реле *B1*—*B4* напряжение от аккумуляторной батареи подается на катушку сигнального реле *B17*, контакты которого включают на пульте управления электровозом сигнальную лампу *864 (865)* «Пробой одного

Проверку вентиляй производят следующим образом. Главный выключатель должен быть выключен и тяговые двигатели отключены от выпрямительных установок. Панель *D1* подключают к смонтированному в каждой выпрямительной установке штеккеру, питание на который приходит от аккумуляторной батареи. При поиске пробитых вентиляй щупы *1D4* и *2D4* прикладывают к каждой группе параллельно включенных в плече выпрямительного моста вентиляй таким образом, чтобы щуп *1D4* (положительный полюс блока) был соединен с катодом *K* вентиля (охлаждающим радиатором), а щуп *2D4* (отрицательный полюс) — с анодом *A* вентиля (гибкий шунт). Если при нажатии кнопки *A1* лампа *H* загорится, значит в проверяемой группе нет пробитых вентиляй. Если же лампа не загорится, значит в проверяемой группе имеется хотя бы один пробитый вентиль. Его обнаруживают с помощью входящего в комплект блока искателя *T1* с наушником *N*. Для этого искатель поочередно подводят к гибкому выводу каждого вентиля в проверяемой группе так, чтобы вывод располагался между пластинами искателя. Одновременно с интервалом приблизительно в 1 с нажимают и отпускают кнопку *A1*. Когда искатель будет подведен к пробитому вентилю, при нажатии-отпуске кнопки *A1* в наушнике будут слышны характерные щелчки.

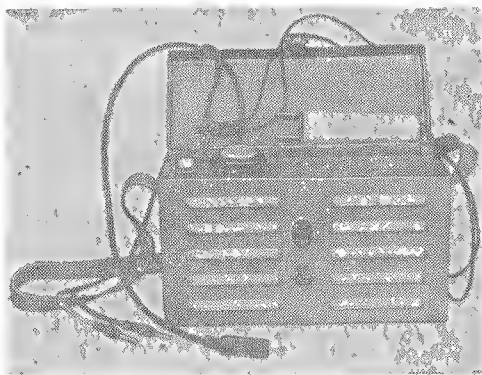


Рис. 137. Общий вид блока для обнаружения пробитых вентиляй электровоза ЧС4

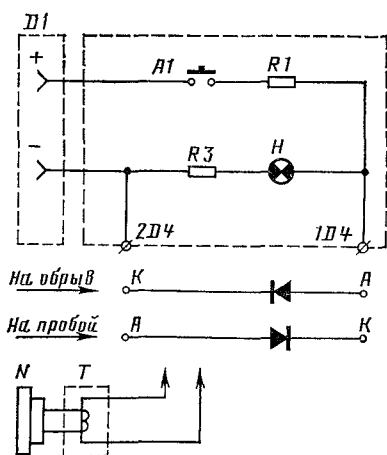


Рис. 138. Схема цепи блока для проверки неуправляемых вентиляй

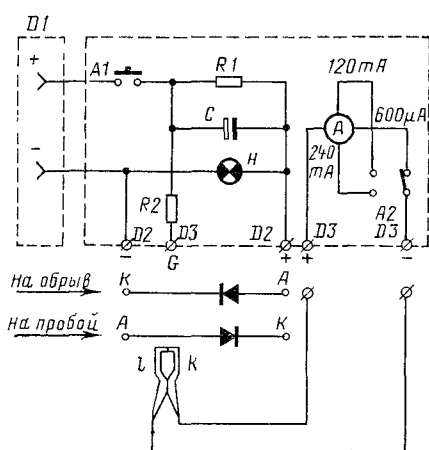


Рис. 139. Схема цепи блока для проверки тиристоров

Для обнаружения вентиляй с обрывом цепи следует предварительно отсоединить от выпрямительной установки гибкие шунты вентиляй. После этого с помощью щупов *1D4* и *2D4* к вентилям подводят напряжение прямой полярности (см. рис. 138). Если проверяемый ventиль имеет обрыв, то при нажатии кнопки *A1* загорится лампа *H*. Если ventиль цел, то при данном включении он шунтирует лампу, и она не загорится.

Блоки электровозов ЧС4^т также позволяют проверять целостность вентиляй. Проверку на пробой или обрыв цепи осуществляют подобно тому, как это делают с помощью блоков электровозов ЧС4. Щупам *1D4* и *2D4* соответствуют щупы *D2* «+» и *D2* «—» (см. рис. 139). Вместо наушника с искателем применяется специальный клещевой измерительный трансформатор тока «Аmpuls», связанный со стрелочным амперметром (соединительные выводы *D3* «+» и *D3* «—»). При проверке вентиляй на пробой переключатель *A2* устанавливают в положение, соответствующее пределу измерения 600 мА. Гибкий шунт проверяемого вентиля располагают в окне трансформатора Аmpuls таким образом, чтобы изображенная на трансформаторе стрелка (на плюсовой губке *k*) была направлена от катода к аноду. Затем периодически нажимают и отпускают кнопку *A1* подобно тому, как при использовании искателя с наушником в блоке электровоза ЧС4. В случае наличия пробитых вентиляй стрелка амперметра будет отклоняться при нажатии-отпуске кнопки *A1*.

Вентили с обрывом цепи ищут таким же образом, как и на электровозах ЧС4.

Блоки электровозов ЧС4^т позволяют производить проверку тиристоров на пробой, а также оценку запирающих и включающих свойств тиристоров. При проверке следует отсоединить управляющие электроды тиристоров от соответствующих импульсных трансформаторов в полупроводниковых преобразовательных установках.

Поиск пробитых тиристоров осуществляют так же, как и пробитых неуправляемых вентиляй. Следует только помнить при этом, что катодом у тиристоров Т100 является гибкий шунт, а анодом — охлаждающий радиатор.

Для проверки запирающих свойств в проводящем направлении анод тиристора подключают к щупу *D2* «+», а катод — к *D2* «—». Если при нажатии кнопки *A1* загорится лампа *H*, это значит, что тиристор цел. Затем, не отсоединяя тиристор от блока, следует подключить управляющий электрод тиристора к выводу *D3*«G» блока и произвести проверку включающих свойств. При нажатии кнопки *A1* тиристор должен включиться — лампа *H* не будет гореть. Причем лампа не должна загораться и после отсоединения управляющего электрода от вывода *D3*«G». Проверку включающих свойств тиристора можно произвести также следующим образом. Сначала нажать кнопку *A1*, а затем подсоединить управляющий электрод к выводу *D3*«G». Если тиристор в порядке, то лампа *H* при нажатой кнопке *A1* должна гореть и погаснуть сразу после подключения управляющего электрода к выводу *D3*«G» — включенный тиристор шунтирует лампу.

Клещевой трансформатор Ampuls в комплекте с амперметром может быть использован также для проверки распределения токов средних значений между параллельно включенными вентилями в полупроводниковых преобразовательных установках. Трансформатор должен быть соединен с амперметром согласно схеме на рис. 139, причем стрелка на губке k трансформатора должна располагаться в направлении от анода к катоду. При измерении величин токов переключатель $A2$ устанавливают в положение «120 μA » и «240 μA ».

Технические данные трансформатора следующие:

Коэффициент трансформации	300/0,3 А
Номинальное напряжение	500 В
Класс точности	1,5

ТЯГОВЫЕ ДВИГАТЕЛИ

§ 42. ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ И ХАРАКТЕРИСТИКИ

Тяговые двигатели предназначены для преобразования электрической энергии в механическую, необходимую для движения поезда при работе электровоза в тяговом режиме. В режиме электрического торможения тяговые двигатели работают как генераторы, преобразуя механическую энергию в электрическую, которая затем возвращается в контактную сеть или рассеивается тормозными резисторами. Электрическая энергия, вырабатываемая при этом, получается за счет потенциальной энергии поезда в случае подтормаживания на уклонах при постоянной скорости движения или за счет кинетической энергии при торможении, сопровождающемся замедлением поезда.

В качестве тяговых широко применяют электродвигатели последовательного возбуждения. В электродвигателе последовательного возбуждения магнитный поток непосредственно связан с нагрузкой. Магнитный поток и частота вращения изменяются в широких пределах при изменении тока, что позволяет развивать самые различные вращающие моменты в зависимости от тех или иных условий работы. При увеличении вращающего момента относительное увеличение тока якоря вследствие одновременного возрастания магнитного потока у электродвигателя последовательного возбуждения невелико. Электродвигатели последовательного возбуждения мало подвержены броскам тока при изменении питающего напряжения. Отметим также, что различия в характеристиках таких электродвигателей и диаметрах бандажей колесных пар не вызывает резкого перераспреде-

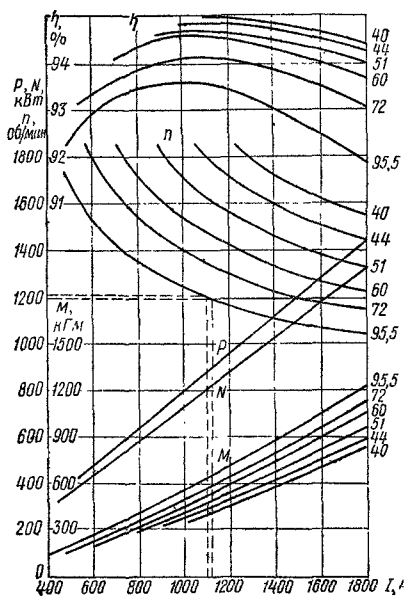


Рис. 140. Электромеханические характеристики тягового двигателя AL4442nP:

M — вращающий момент; n — частота вращения якоря, P — подводимая к электродвигателю мощность, N — мощность, развиваемая на валу электродвигателя; η — КПД, I — ток якоря

ления нагрузок между параллельно включенными тяговыми двигателями.

Однако мягкие характеристики электродвигателей последовательного возбуждения не всегда можно рассматривать как положительное качество. Например, они в значительно меньшей степени, чем жесткие характеристики электродвигателей с параллельным или независимым возбуждением способствуют прекращению скольжения колес. Этот вопрос особенно важен на электровозах с реостатным торможением. Поэтому на электровозах широкое применение нашли системы реостатного торможения с независимым возбуждением тяговых двигателей.

На электровозах ЧС4 и ЧС4^т установлены шесть тяговых двигателей типа АЛ4442пР с последовательным возбуждением в тяговом режиме и независимым возбуждением в режиме реостатного торможения. В последнем случае обмотки возбуждения всех электродвигателей включаются последовательно и питаются от специального возбуждателя.

Тяговые двигатели имеют опорно-рамную подвеску. Привод каждой колесной пары индивидуальный с односторонней зубчатой передачей. Большая шестерня зубчатой передачи смонтирована на оси колесной пары, а малая шестерня укреплена в кожухе редуктора.

Установка тяговых двигателей в тележке неподвижная и выполнена при помощи трех кронштейнов, проходящих от электродвигателя к поперечникам рамы тележки.

Питание тяговых двигателей электровозов переменного тока от тягового трансформатора через выпрямительную установку с кремниевыми полупроводниками дает воз-

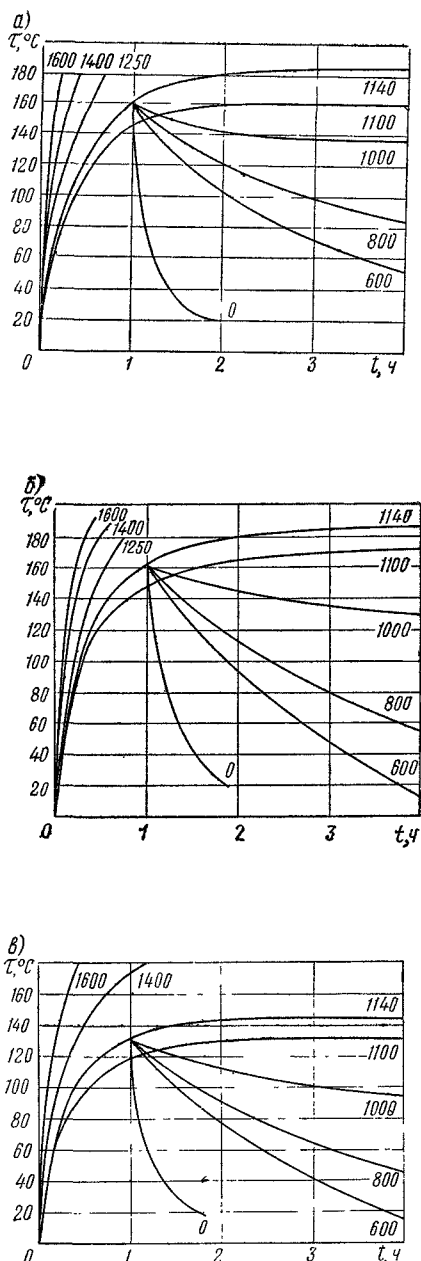


Рис. 141. Кривые нагревания и охлаждения обмоток якоря (а), главных (б) и дополнительных (в) полюсов тягового двигателя (количество охлаждающего воздуха 1,6 м³/с, цифры около кривых — ток якоря)

можность принимать величину напряжения на электродвигателе наиболее оптимальной. Это обстоятельство позволило выбрать тяговые двигатели электровозов ЧС4 и ЧС4^т с наиболее благоприятным значением веса на единицу мощности.

Основные технические данные тягового двигателя AL4442nP следующие:

<i>Часовой режим</i>	
Мощность	850 кВт
Ток якоря	1140 А
Частота вращения якоря	1200 об/мин
К. п. д.	93,6%
<i>Длительный режим</i>	
Мощность	820 кВт
Ток якоря :	1100 А
Частота вращения якоря	1215 об/мин
К п д.	93,7%
Максимальная частота вращения якоря	1860 об/мин
Напряжение на коллекторе	800 В
Пульсация тока	30%
Коэффициент постоянного ослабления возбуждения	95,5
Количество охлаждающего воздуха	1,6 м ³ /с
Масса тягового двигателя	2950 кг
Сопротивление обмоток*, Ом:	
якоря	0,0068/0,0092
главных полюсов (без шунта)	0,0053/0,0071
дополнительных полюсов	0,0040/0,0054
общее сопротивление	0,0161/0,0217

* В числителе — при 20 °С, в знаменателе — при 110 °С.

Изоляция обмоток якоря и полюсов класса Н. Во время испытания изоляции к обмоткам подводят напряжение 4100 В в течение 1 мин. Электродвигатель испытывают в течение 2 мин при максимальной частоте вращения якоря 2420 об/мин.

Электрохимические характеристики тягового двигателя показаны на рис. 140. Кривые нагрева и охлаждения обмоток якоря, главных и дополнительных полюсов тягового двигателя для различных токов цепи якоря при номинальном количестве охлаждающего воздуха приведены на рис. 141.

§ 43. КОНСТРУКЦИЯ

Тяговый двигатель типа AL4442nP (рис. 142) состоит из остова, якоря, шести главных полюсов, шести дополнительных полюсов, траверсы, шести щеткодержателей, двух подшипниковых щитов с подшипниками и карданного привода.

Остов 1 является магнитопроводом электродвигателя и служит для укрепления на нем главных и дополнительных полюсов, траверсы и подшипниковых щитов. Остов тягового двигателя отлит из специальной стали с высокой механической прочностью и хорошими магнитными

свойствами. Внутренняя и внешняя поверхности основной части остова имеют цилиндрическую форму; сечение ее 370 см^2 . На внешней поверхности остова предусмотрены специальные приливы 2 для крепления несущих кронштейнов, которыми тяговый двигатель укрепляется в раме тележки, и прилив, на котором производят монтаж соединительной коробки 4. В нижней части остова расположены опорные пяты 8 для установки электродвигателя на полу. С торцов остова имеет привалочные поверхности для установки подшипниковых щитов 7. В верхней части

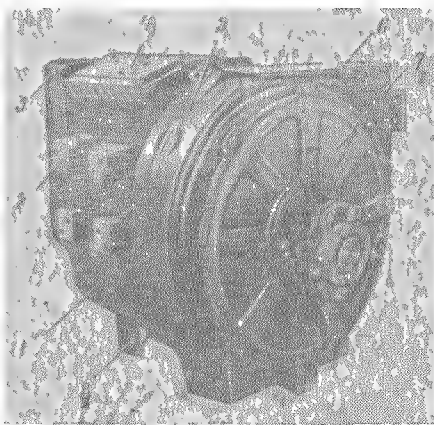


Рис. 142 Тяговый двигатель AL4442nP

остова со стороны коллектора расположен прямоугольный вентиляционный люк 6 для привода охлаждающего воздуха. На электровозах ЧС4-002—011 для осмотра коллектора и щеточного аппарата предусмотрены два люка 5, один из них расположен горизонтально внизу остова, другой — в верхней части остова рядом с вентиляционным люком. В связи с тем что такое расположение смотровых люков затрудняло осмотр коллектора и щеточного аппарата тягового двигателя, на электровозах последующих выпусков оба смотровых люка выполнены наклонно в нижней части остова. Смотровые люки плотно закрыты крышками, которые специальным замком прижимаются к остову. С противоположной коллектору стороны в верхней части остова расположены закрытые с трех сторон кожухом 3 отверстия для выхода нагретого воздуха.

К внутренней поверхности остова крепят главные и дополнительные полюсы. Между цилиндрической поверхностью остова и катушками полюсов установлены стальные прокладки, служащие опорой катушек и обеспечивающие лучший отвод тепла от полюсов к остову.

Главные полюсы служат для создания основного магнитного потока, который замыкается через сердечники главных полюсов, якорь и остов, образуя магнитную цепь тягового двигателя. Каждый полюс состоит из сердечника и катушки. Сердечник набран из листовой стали толщиной 1 мм. Листы скрепляют заклепками. Крепление сердечников главных полюсов (рис. 143, а) к остову 1 выполнено тремя болтами 4 с пружинными шайбами 3. Для предотвращения сдвига и смятия отдельных листов болты, крепящие сердечник 5 к остову, ввинчивают в стальной стержень 6. Стержень пропущен через отверстия, проштампованные в листах сердечника. При натяжке полюса давление от стержня равномерно передается на все листы сердечника. Катушка 2 главного полюса имеет 10 витков. Она намотана на ребро из полосовой меди сечением $5 \times 45 \text{ мм}$. Изоляция класса Н рассчитана на напряжение 1000 В. Межвитковая изоляция состоит из силикон-асбестовой фольги; покровная

изоляция представляет собой слой специального лака. Воздушный зазор между сердечником полюса и якорем составляет 5 мм. Длина главного полюса 370 мм.

Дополнительные полюсы служат для создания дополнительного магнитного поля в коммутационной зоне. В коммутирующей секции при пересечении этого магнитного поля индуктируется коммутирующая э. д. с. Катушку и сердечник дополнительных полюсов рассчитывают так, чтобы коммутирующая э. д. с. была равна по величине реактивной э. д. с. и противоположна ей по направлению. При этом условии сумма э. д. с. в коммутируемой витке будет равна нулю и в нем не будет возникать ток коммутации, вызывающий искрение и перегрев щеток. Сплошные сердечники 7 (рис. 143, б) дополнительных полюсов изготовлены из электротехнической стали и крепятся к остоу двумя шпильками 8. Для обеспечения надежной коммутации тягового двигателя в переходных режимах между сердечниками дополнительных полюсов и остом поставлены диамагнитные прокладки 9 толщиной 6 мм. Катушка 10 намотана на ребро из полосовой меди сечением 7×32 мм и имеет 10 витков. Воздушный зазор между сердечником полюса и якорем 7,5 мм. Длина дополнительного полюса 340 мм.

Все полюсы соединены между собой изолированными стальными шинами. Соединительные шины напаяют на выводы катушек.

Выводы из тягового двигателя на соединительную коробку выполнены изолированными медными шинами. Выводные шины проходят через специальные отверстия в остоу электродвигателя. Концы выводов крепят к латунным зажимам с микалексовыми изоляторами. Плоскость разъема соединительной коробки и ее крышки имеет уплотнение, обеспечивающее герметичность соединительной коробки.

Щеткодержатели 6 (рис. 144 и 145) укреплены на поворотной траверсе, имеющей форму кольца. К траверсе прикреплена цепь. Траверсу поворачивает малое зубчатое колесо, находящееся в зацеплении с цепью и размещенное в торце остова. В остоу 2 траверса фиксируется специальным устройством. Перед поворотом траверсы при осмотрах щеточного аппарата тяговых двигателей необходимо отсоединить подходящие к дополнительным полюсам 1 шины и освободить фиксирующее устройство. На траверсе 1 укреплены микалексовые изоляционные пальцы 4, на которых крепятся обоймы 5 с рифленным тор-

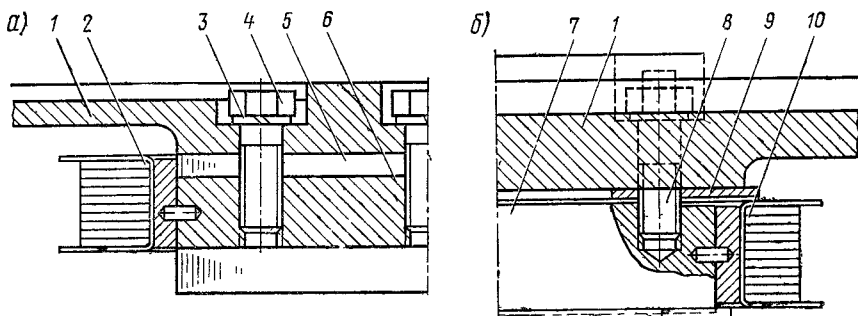


Рис 143. Крепление главного (а) и дополнительного (б) полюсов к остоу
190



Рис. 144. Траверса с щеткодержателями

цом. К рифленому торцу болтом крепится корпус 3 щеткодержателя. Он отлит из латуни и имеет четыре калиброванных гнезда для установки щеток 2. Новые щетки имеют высоту 50 мм, ширину 32 мм и толщину 25 мм. Чтобы увеличить сопротивление для токов в короткозамкнутой секции от несбалансированной э. д. с., применены разрезные сдвоенные щетки. Каждая щетка имеет армировку и гибкий медный шунт 6 с наконечником. Ток проходит через щетки и гибкие медные шунты, минуя нажимные пальцы и регулировочные пружины. В эксплуатации хорошо зарекомендовали себя щетки марки RE59N. Щеткодержатель снабжен четырьмя нажимными пальцами 7 с наконечниками из изоляционного материала. Нажимные пальцы имеют регулировочные пружины 8. Нажатие пальца на щетку и, следовательно, нажатие щеток на коллектор 2,5—3 кгс. От рабочей поверхности коллектора 3 (см. рис. 144) щеткодержатели устанавливаются на расстоянии 2,5 мм. Щеткодержатели одинаковой полярности соединены между собой шинами, укрепленными в кликах.

Якорь тягового двигателя (рис. 146) состоит из полого вала сердечника, обмотки, передней 2 и задней 1 нажимных шайб и коллектора 3. Полюс вал представляет собой втулку 7 с прикрепленными к ней с обеих сторон специальными фланцами 5 и 9, имеющими полые цапфы

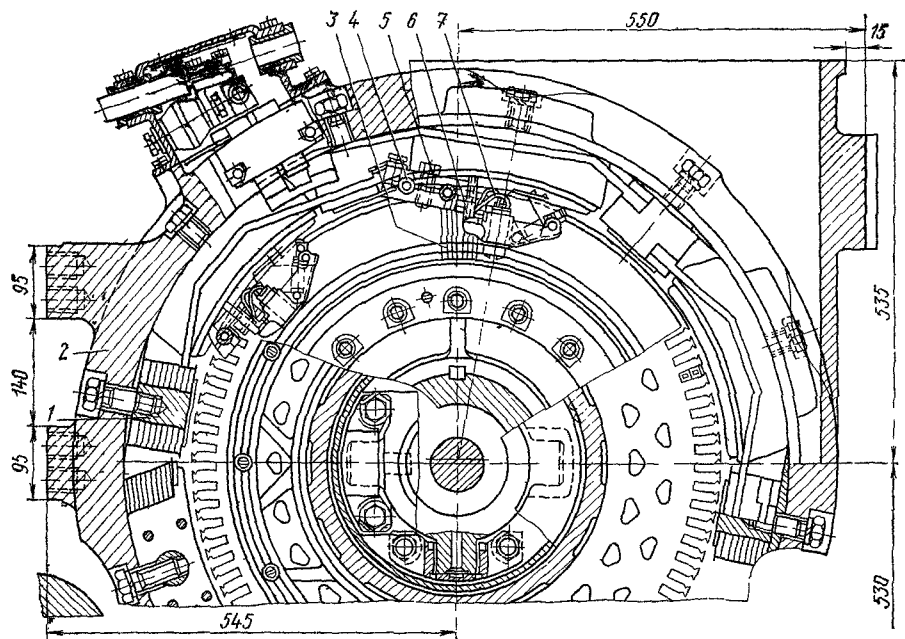


Рис. 145. Поперечный разрез тягового двигателя

для роликовых подшипников. Фланцы крепятся к втулке болтами. Втулка якоря отлита из электротехнической стали. На ее внешней поверхности имеются обработанные ребра. В одном из этих ребер выфрезерован клиновой паз для шпонки передней нажимной шайбы и сердечника. Сердечник и нажимные шайбы напрессовывают на втулку.

Для уменьшения потерь сердечник 6 якоря набран из штампованных листов электротехнической стали. В листах сделаны треугольные отверстия с закругленными углами, которые после сборки сердечника образуют вентиляционные каналы. Наружный диаметр сердечника якоря 710 мм, внутренний 400 мм, длина 350 мм. Сердечник имеет по внешней поверхности 87 пазов высотой 34,3 мм и шириной 10,55 мм. В полости втулки якоря помещен поршень 8 внутренней шарнирной муфты и карданный вал 4. Полость закрыта крышкой, уплотненной резиной. В полость для смазывания внутреннего шарнира наливают приблизительно 3,5 л масла, способного работать при низких температурах.

Детали узлов подшипников (рис. 147) размещаются на обработанной поверхности прикрепленных к втулке якоря фланцев 7. Со стороны коллектора установлен открытый роликовый подшипник 8 NU1034M/C4, а с противоположной стороны поставлен подшипник NH421 M/C5 с накладным кольцом 1. Оба подшипника однорядные. В подшипниковые щиты 5 запрессованы внешние кольца подшипников и внутренние лабиринтные кольца 6. Для смазки подшипников применяют внутреннюю консистентную смазку. Чтобы предотвратить потерю смазки из подшипникового узла и проникновение в него пыли, подшипник с од-

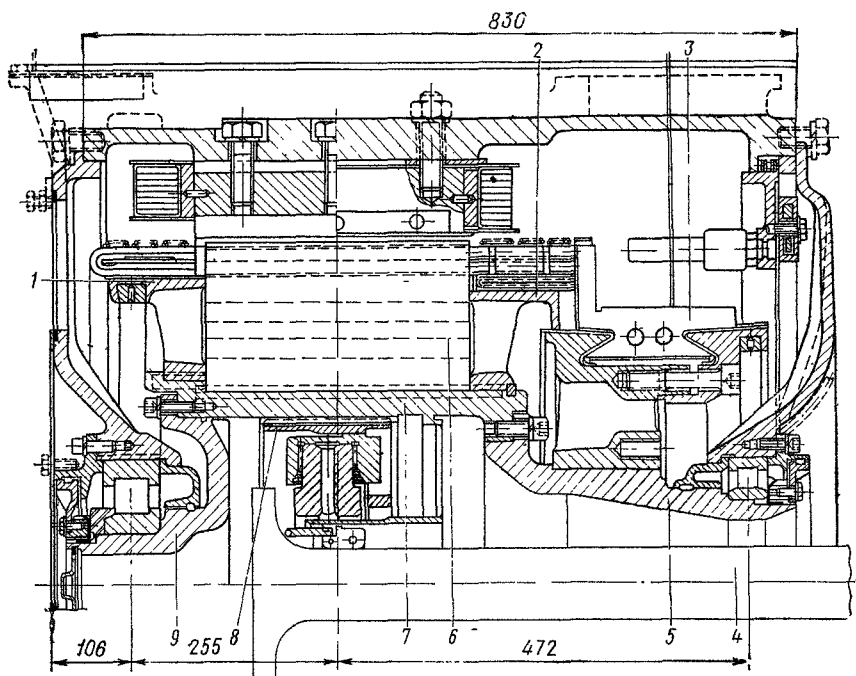


Рис. 146 Продольный разрез тягового двигателя

ной стороны оборудован кольцом с лабиринтным уплотнением, а с другой — закрыт крышкой 4. Крышки отлиты из стали и снабжены выводными трубками, предназначенными для добавления смазки. Подшипниковые камеры имеют специальные отверстия, через которые выходит избыточная смазка. Маслоотражательное кольцо 3 закрыто крышкой 2.

Большой рабочий ток тягового двигателя обусловил применение на якоре петлевой обмотки. Петлевая неперекрещивающаяся обмотка якоря намотана проводом $2 \times (2,5 \times 6 + 2,9 \times 6,4)$. Каждый проводник разделен на два по высоте. В обмотке якоря уложено $261 \times 2 = 522$ проводника. Число витков в секции равно 1. Число секций в пазу — 3. В каждом пазу уложено 6 проводников. Шаг обмотки по коллектору равен 1, шаг по пазам — 14. Изоляция обмотки силиконовая, класса Н.

Для компенсации магнитной несимметрии электродвигателя обмотка якоря имеет уравнивательные соединения. Уравнивательные соединения связывают точки обмоток, которые теоретически должны иметь одинаковые потенциалы, выравнивая токовую нагрузку щеток. Уравнивательные соединения расположены со стороны коллектора и припаяны к каждой второй ламели. Шаг уравнивательных соединений равен 87. Они выполнены из тонких медных шин сечением $2,5 \times 4$ мм и изолированы силиконом.

Обмотка якоря в пазах сердечника укреплена текстолитовыми клиньями, а в лобовых частях — двухслойными проволочными бандажами.

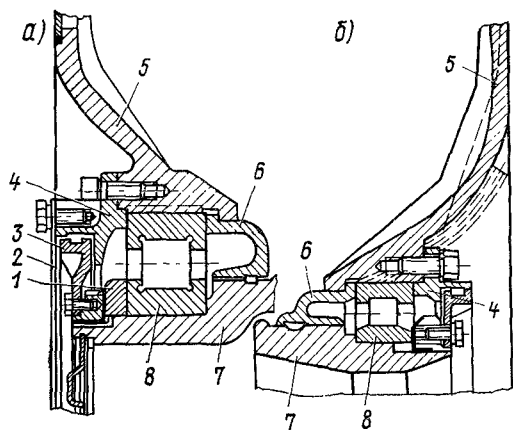


Рис. 147 Узлы подшипников со стороны, противоположной коллектору (а), и со стороны коллектора (б)

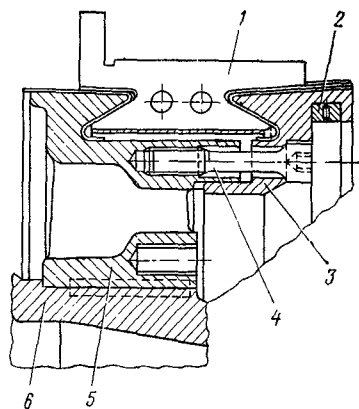


Рис. 148 Коллектор тягового двигателя

Для уменьшения потерь между слоями бандажей уложена изоляционная лента из силиконового асбеста.

Коллектор (рис. 148) набран из медных пластин (ламелей) с добавлением серебра. Коллекторные пластины 1 зажаты между втулкой 5 и нажимным конусом 3. Внутренние концы пластин выполнены в форме ласточкина хвоста. На наружной стороне пластин сделаны выступы — петушки, в прорези которых впаивают концы секций обмотки якоря. Коллекторные пластины изолируют друг от друга калиброванными прокладками толщиной 1 мм, выполненными из коллекторного миканита. Коллекторный миканит отличается от обычного меньшим содержанием склеивающего лака и более сильно спрессован. Этим обеспечивается необходимая жесткость коллектора и большая точность при его изготовлении. Втулка коллектора и нажимной конус изготовлены из литой стали и стянуты болтами 4. От втулки и нажимного конуса коллекторные пластины изолированы миканитовыми манжетами и цилиндром. Диаметр нового коллектора 570 мм, длина рабочей поверхности 142 мм. Коллектор имеет 261 пластину. При напряжении 800 В среднее напряжение между соседними пластинами 18,4 В. Коллектор напрессовывают на фланец 6, прикрепленный к втулке якоря.

Частота вращения якоря в момент боксования колесных пар может быть очень большой, поэтому якорь необходимо тщательно сбалансировать как перед вложением обмотки, так и после его окончательного изготовления. Динамическую балансировку якоря производят с помощью балансировочного груза 2, закрепленного на задней нажимной шайбе и нажимном конусе коллектора.

Чтобы уменьшить величину несбалансированной э. д. с., при сборке и осмотрах электродвигателей особенно точно следует устанавливать щетки на нейтраль, выдерживать расчетные зазоры под полюсами и обеспечивать необходимое давление щеток на коллектор.

Тяговый двигатель AL 4442nP имеет независимую систему вентиляции. Воздух к электродвигателю подводится через прямоугольное от-

вёрстие в верхней части остова со стороны коллектора. Далее воздух разделяется на два потока: один проходит между якорем и полюсами, охлаждая поверхность якоря и катушки главных и дополнительных полюсов, второй — через втулку коллектора и вентиляционные каналы в сердечнике якоря.

На электровозах ЧС4-002—011 нагретый воздух выходит из тягового двигателя двумя потоками: один — через отверстия в подшипниковом щите с противоположной коллектору стороны, другой — через выхлопные отверстия в верхней части остова электродвигателя. Расчетное количество охлаждающего воздуха $2 \text{ м}^3/\text{с}$.

Для предохранения от попадания в тяговый двигатель пыли и снега при неработающих вентиляторах, а также воды при автоматической мойке механической части на электровозах начиная с ЧС4-012 подшипниковые щиты выполнены без вентиляционных отверстий. Нагретый воздух из тяговых двигателей выходит через выхлопные отверстия в верхней части остова. Расчетное количество воздуха $1,6 \text{ м}^3/\text{с}$.

Отверстия для выхода нагретого воздуха закрыты кожухом с сетками, которые препятствуют попаданию внутрь тягового двигателя посторонних предметов.

Установку тягового двигателя в тележке производят в следующей последовательности. Вначале при помощи монтажных вставок устанавливают зазор между буксами и рамой тележки $35 \pm 3 \text{ мм}$. Пружины первичного рессорного подвешивания фиксируют специальной предохранительной вставкой, поставляемой с электровозом. Затем тяговый двигатель с кронштейнами при помощи монтажных вставок устанавливают так, чтобы расстояние от упора на щите электродвигателя до кардана в вертикальной и горизонтальной плоскостях составляло соответственно 98 и 101 мм. Расстояние от поводка до остова электродвигателя в горизонтальной плоскости необходимо выдерживать равным 207 мм. Зазор между осью колесной пары и остовом тягового двигателя должен быть не менее 10 мм.

Для изготовления вставок измеряют вертикальный и боковой зазоры между опорами тягового двигателя и опорами на раме тележки. После изготовления и установки вставок с соблюдением вышеуказанных размеров необходимо застопорить болты кронштейнов и соединить карданную муфту с редуктором.

§ 44. СГЛАЖИВАЮЩИЕ РЕАКТОРЫ В ЦЕПИ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

В результате преобразования переменного тока в постоянный возникает пульсация напряжения, которая оказывает неблагоприятное влияние на работу тяговых двигателей. Вследствие пульсирующего напряжения, подведенного к электродвигателю, в его обмотках протекает пульсирующий ток, ухудшающий коммутацию и увеличивающий потери из-за пульсации магнитного потока.

Пульсация выпрямленного тока изменяет форму кривой переменного тока в первичной обмотке трансформатора. Вызывая увеличение

эффективного значения выпрямленного тока, пульсация оказывает неблагоприятное влияние на коэффициент мощности электровоза, который уменьшается при повышении пульсации. Кроме того, пульсация выпрямленного тока повышает нагрев тягового двигателя и сглаживающего реактора.

При пульсации магнитного потока главных полюсов в коммутирующих витках обмотки якоря наводится трансформаторная э. д. с. Одновременно из-за демпфирующего действия вихревых токов в массивных сердечниках дополнительных полюсов и остовах электродвигателя магнитный поток дополнительных полюсов не соответствует значениям тока в обмотке якоря, т. е. ухудшается компенсация реактивной э. д. с. Оба эти обстоятельства нарушают процесс коммутации.

В массивном остове тягового двигателя, служащем магнитопроводом потока возбуждения, переменная составляющая пульсирующего тока наводит вихревые токи, для которых нешихтованный остов представляет малое сопротивление. Вихревые токи тормозят изменение магнитного потока обмотки возбуждения, понижая этим ее индуктивность. Уменьшение индуктивности обмоток главных полюсов ведет к резкому уменьшению общей индуктивности электродвигателя, так как индуктивное сопротивление обмоток главных полюсов значительно выше индуктивного сопротивления обмоток дополнительных полюсов и якоря. Уменьшение общей индуктивности тягового двигателя приводит к возрастанию пульсации тока.

Для уменьшения пульсации тока в обмотке главных полюсов тягового двигателя параллельно ей подключают активный резистор. Вследствие относительно большой величины индуктивного сопротивления обмотки главных полюсов переменная составляющая выпрямленного тока почти полностью проходит через шунтирующий обмотку активный резистор, даже если величина его сопротивления в несколько раз превосходит величину активного сопротивления обмотки главных полюсов.

Чтобы уменьшить пульсацию тока в цепи тягового двигателя и улучшить условия его работы, последовательно с обмотками электродвигателя включают сглаживающий реактор. Для обеспечения надежной коммутации тяговых двигателей во всем диапазоне нагрузок необходимо, чтобы индуктивность цепи выпрямленного тока с изменением нагрузки изменялась по гиперболе. С этой целью сглаживающие реакторы изготавливают таким образом, что их индуктивность имеет наименьшую величину при больших токах и наибольшую — при малых. С уменьшением нагрузки возрастает величина индуктивного сопротивления и обмоток электродвигателя.

Гиперболическое изменение индуктивности цепи выпрямленного тока при изменении нагрузки необходимо для поддержания постоянной величины относительной пульсации выпрямленного тока. Последнее целесообразно для улучшения условий коммутации тяговых двигателей. В этом случае с увеличением частоты вращения абсолютная величина пульсации тока уменьшается, что в известной мере компенсирует более тяжелые условия коммутации тяговых двигателей в области высоких скоростей движения. Обычно сглаживающий реактор рассчи-

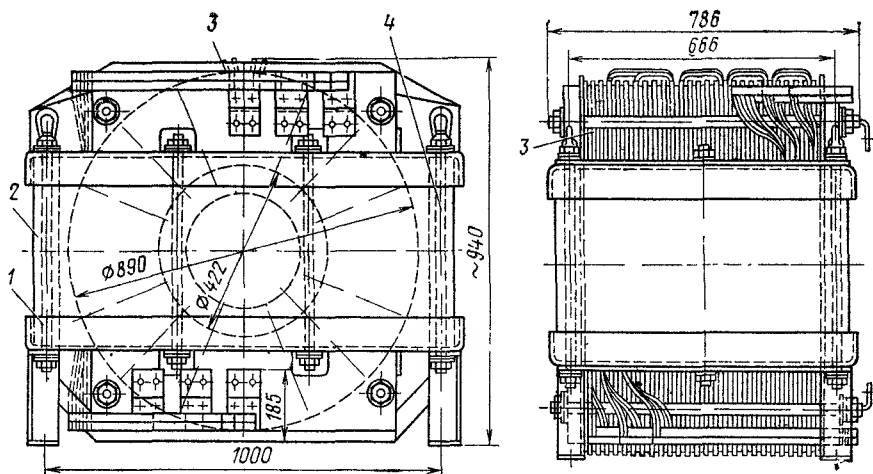


Рис 149 Сглаживающий реактор ICLVH7050

тывают так, чтобы величина пульсации выпрямленного тока в цепи тягового двигателя составляла около $\pm 25\%$ при номинальном токе. Более полное сглаживание требует применения реактора значительных размеров и массы и приводит к вредному искажению формы кривой тока в контактной сети.

На электровозах ЧС4 для сглаживания пульсации тока в цепи тяговых двигателей установлены два сглаживающих реактора типа ICLVH7050 (рис. 149).

Реактор состоит из каркаса 1, шихтованного экранирующего магнитного контура 2 и обмотки 3. Обмотка состоит из трех независимых секций без стального сердечника. Витки обмотки выполнены из алюминиевых шин с изоляцией класса В. Между отдельными витками обмотки имеются вентиляционные каналы. Собранную обмотку после трехкратной пропитки в изоляционном лаке вкладывают в экранирующий магнитный контур, который собран из листов трансформаторной стали и стянут четырьмя шпильками 4 из дюралюминия. Экранирующий магнитный контур для защиты листов от коррозии и увеличения жесткости конструкций предварительно пропитывают изоляционным лаком под вакуумом.

В цепь тягового двигателя включают одну секцию обмотки сглаживающего реактора. Сглаживающий реактор имеет при-

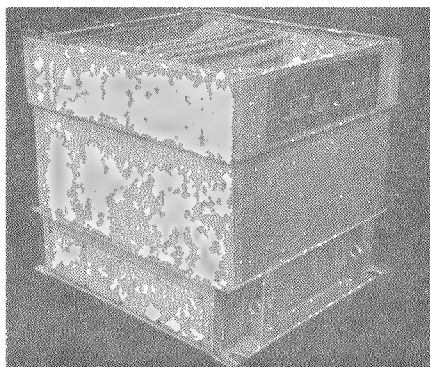


Рис 150 Сглаживающий реактор 2ICLVH7050

нудительное охлаждение. Количество охлаждающего воздуха составляет 3,5 м³/с.

Сглаживающие реакторы типа 2CLVH7050 (рис. 150) использованные на электровозах ЧС4т, отличаются от сглаживающих реакторов, установленных на электровозах ЧС4, иным расположением выводов обмотки. Количество воздуха, охлаждающего сглаживающий реактор электровоза ЧС4т, составляет 2,5 м³/с.

Основные технические данные реакторов 1CLVH7050 и 2GLVH7050 следующие:

Часовой ток	1140×3 А
Длительный ток	1100×3 А
Напряжение	800 В
Мощность	1500 кВт
Индуктивность при номинальном токе . .	3×3 мГ
Сопrotивление секции обмотки при температуре 20° С, Ом	
I	0,00931
II	0,00939
III	0,00942
Сопrotивление изоляции при 20° С	5000 МОм
Масса реактора	1300 кг

ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ МАШИНЫ

§ 45. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

На электровозах ЧС4 и ЧС4^т установлены вспомогательные электродвигатели постоянного тока, получающие питание от обмотки собственных нужд тягового трансформатора через выпрямительные установки.

Преимуществом системы вспомогательных машин с электродвигателями постоянного тока является сохранение механической устойчивости при пониженном напряжении, обеспечение высокого значения коэффициента мощности системы и легкость получения значительных пусковых моментов.

Как известно, частота вращения электродвигателей постоянного тока определяется напряжением на коллекторе; производительность всех механизмов, а также мощность электродвигателя компрессора примерно пропорциональны первой степени частоты вращения. Мощность электродвигателей вентиляторов и насосов пропорциональна третьей степени частоты вращения.

Напряжение на обмотке собственных нужд тягового трансформатора характеризуется значительными колебаниями, вызванными как изменением напряжения в контактной сети, так и влиянием нагрузки силовых и вспомогательных цепей.

В этих условиях максимальное напряжение на коллекторе электродвигателей почти вдвое выше минимального, что вызывает существенные колебания производительности механизмов. Для обеспечения заданной производительности механизмов в допустимом диапазоне изменения напряжения требуется выбирать электродвигатели с запасом по мощности.

В качестве электродвигателей системы вспомогательных машин постоянного тока обычно применяют машины с последовательным возбуждением. Хотя они и дают большее изменение производительности вспомогательных механизмов при колебании напряжения, чем электродвигатели параллельного возбуждения, их существенное достоинство заключается в мягкости характеристик, значительно упрощающей пусковую аппаратуру и цепи управления, а также в меньших бросках тока при изменении напряжения.

На электровозах ЧС4 предусмотрено сезонное регулирование напряжения питания вспомогательных электродвигателей путем подсоединения их либо к выводам с напряжением 260 В, либо к выводам с напряжением 213 В обмотки собственных нужд тягового трансформатора.

На электровозах до ЧС4-160 включительно в зимний период электродвигатели вентиляторов тяговых двигателей можно соединять последовательно с электродвигателями остальных вентиляторов, понижая таким способом частоту их вращения.

На электровозах ЧС4^т применена стабилизация напряжения питания вспомогательных электродвигателей, основанная на использовании полууправляемых выпрямительных мостов. Система управления тиристорами настроена так, что напряжение на коллекторах электродвигателей вентиляторов тяговых двигателей и выпрямительных установок равно летом 250 В, зимой — 205 В, остальных вспомогательных машин — соответственно 220 и 180 В.

Мотор-вентиляторы тормозных резисторов электровозов ЧС4^т работают только при реостатном торможении, причем питающее напряжение снимается с самих резисторов.

Все вспомогательные машины электровозов ЧС4 и ЧС4^т выполнены с последовательным возбуждением, рассчитаны на номинальное напряжение 220 В и включают в себя два мотор-компрессора, восемь на электровозах ЧС4 и шесть на электровозах ЧС4^т мотор-вентиляторов и два мотор-насоса. Кроме того, имеется один вспомогательный мотор-компрессор для подъема токоприемника (при отсутствии сжатого воздуха в пневматической системе электровоза), который получает питание от аккумуляторной батареи.

§ 46. МОТОР-КОМПРЕССОРЫ

Сжатый воздух нагнетается в тормозную систему поезда и в пневматическую систему электровозов ЧС4 (до ЧС4-160 включительно) двумя поршневыми компрессорами типа $\frac{2 \times 155 \times 125}{100}$.

Компрессор (рис. 151) двухцилиндровый, двухступенчатый, одинарного действия с дифференциальными поршнями. Оба цилиндра расположены V-образно под прямым углом. Цилиндры 4 выполнены из чугуна. Они крепятся к картеру 1. По наружной поверхности цилиндры имеют охлаждающие ребра (охлаждение компрессора естественное). На цилиндрах находятся чугунные оребренные клапанные головки.

Воздух в цилиндрах сжимают поршни (рис. 152), имеющие возвратно-поступательное движение. Поршни 4 выполнены из легкого металла и снабжены тремя уплотняющими кольцами 3 диаметром 155 мм, тремя уплотняющими кольцами 7 диаметром 125 мм и одним маслосъемным кольцом 8. Поршни имеют привод от коленчатого вала через кривошипно-шатунный механизм. В головке стального шатуна 1 запрессована бронзовая втулка 2, в которой помещена поршневая цапфа 6, зафиксированная двумя предохранительными кольцами 5. Разъемные подшипники 9 (см. рис. 151) шатунов обоих цилиндров уложены рядом на коленчатом валу 2. Подшипники залиты подшипниковым сплавом.

Наполнение цилиндров (всасывание воздуха) осуществляется в момент хода поршня 3 в сторону от головок цилиндров 6. Между головками и поршнем создается разрежение, и в цилиндры через автоматиче-

ски открывающиеся впускные (всасывающие) клапаны подается воздух. На общем для обоих цилиндров всасывающем трубопроводе расположен фильтр 7 поступающего воздуха. Фильтр по мере загрязнения промывают и смазывают чистым маслом. При обратном ходе поршня воздух сжимается и давление в цилиндрах увеличивается. При этом всасывающие клапаны прижимаются к своему седлу; а нагнетательные закрыты до тех пор, пока давление в цилиндрах не станет равным давлению в нагнетательных трубопроводах. В этот момент нагнетательные клапаны 5 открываются и воздух при дальнейшем ходе поршня выталкивается в нагнетательный трубопровод. Полный рабочий цикл в цилиндрах компрессора протекает за два хода поршня. При сжатии воздуха до давления выше 5 кгс/см^2 его температура

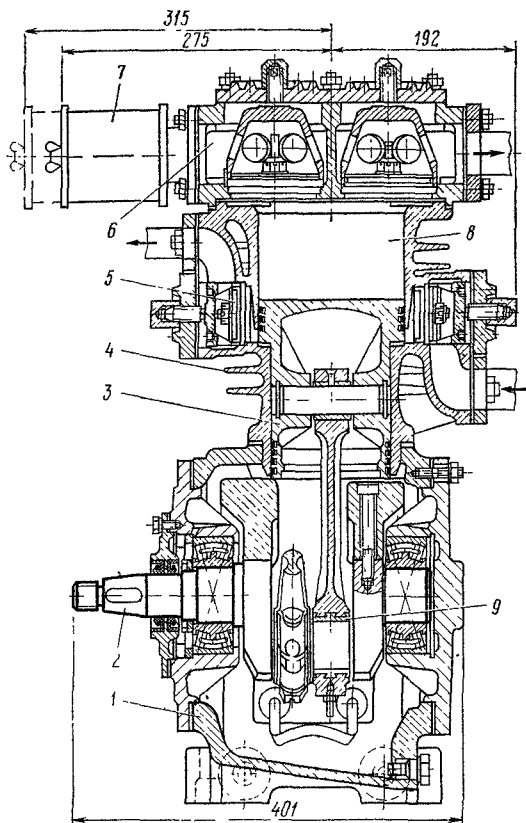


Рис. 151. Компрессор $\frac{2 \times 155 \times 125}{100}$

сильно повышается, затрудняя нормальную смазку цилиндров и увеличивая расход энергии на работу компрессора. Чтобы предотвратить чрезмерное повышение температуры, процесс сжатия воздуха разделен на две ступени. В цилиндрах низкого давления происходит первая ступень сжатия; в цилиндрах высокого давления — вторая ступень сжатия уже охлажденного в трубопроводах воздуха. Процесс сжатия во второй ступени происходит в момент всасывания воздуха в полость 8 цилиндра первой ступени при ходе поршня в сторону от головок цилиндров. Диаметр цилиндров первой ступени сжатия 155 мм, второй ступени — 125 мм. В головках цилиндров (рис. 153) расположены всасывающие 16 и нагнетательные 15 клапаны первой ступени сжатия с уплотнениями 17 и 14. Клапаны фиксируют колпачками 3 и 6, которые прижимают болтами 4 с закрытыми гайками 5 и уплотнениями 2. Головки цилиндров закрыты крышками 1 с уплотнениями 7. К корпусу 8 головок болтами 9 с гайками 10 и шайбами 11 крепят фланцы 12 уплотнениями 13.

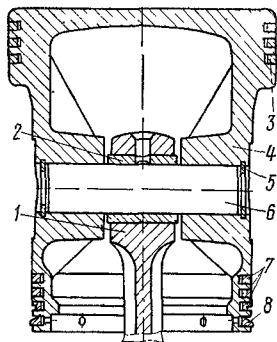


Рис. 152. Поршень

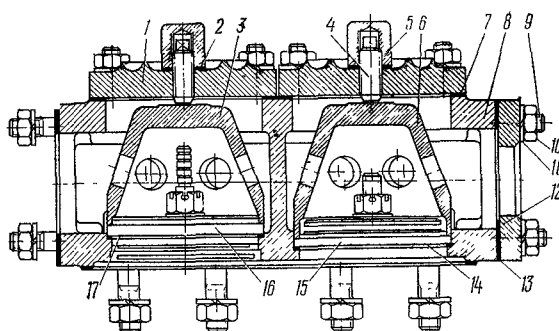


Рис. 153. Головка цилиндра

В специальных камерах в стенках цилиндров компрессора (рис. 154) размещены всасывающие 12 и нагнетательные 2 клапаны второй ступени сжатия. В камеры вставляют уплотняющие кольца 1 и 11, а затем всасывающие и нагнетательные клапаны, которые фиксируют колпачками 3 и 13 с болтами 6 и закрытыми гайками 5. Камеры закрыты крышками 7 и 14 с уплотнениями 4. Все клапаны имеют одинаковые геометрические размеры. К корпусу 10 цилиндров крепят фланцы 9 и 15 с уплотнениями 8.

Кованый коленчатый вал (рис. 155) изготовлен из стали. Вал 3 вращается в двух самоустанавливающихся роликовых подшипниках качения 9. Подшипники напрессованы на шейку коленчатого вала в подготовленном состоянии. На наружные кольца подшипников посажены нагретые в масляной ванне до 100°C крышки картера 1. Подшипник со стороны редуктора фиксируют гайкой 5 и закрывают крышкой 2, уплотненной специальными кольцами 4. Второй подшипник закрыт сплошной крышкой 10. Кривошип 17 уравновешен противовесом 6, который крепят к кривошипу болтом 7, зафиксированным стопорным штифтом 8.

На картере компрессора помещен деаэратор, который предотвращает возникновение чрезмерного давления в картере. В деаэраторе улав-

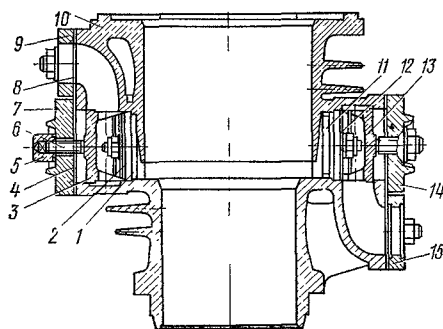


Рис. 154. Цилиндр с клапанами второй ступени сжатия

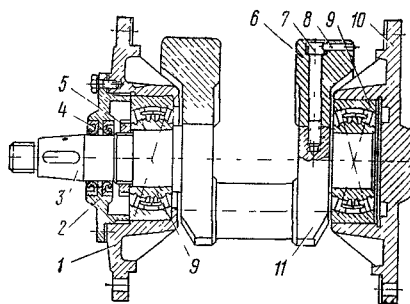


Рис. 155. Коленчатый вал с подшипниками

ливается масляная пыль, образуемая при распылении масла специальным язычком, расположенным на шатуне.

Смазка к цилиндрам первой ступени подается через выведенную из картера трубку в пространство над всасывающими клапанами. Под действием избыточного давления, возникающего в картере, и под влиянием всасывающего действия первой ступени через трубку проходит масляная пыль, которая смазывает пространство цилиндров. Кривошип и его подшипники, а также стенки цилиндров второй ступени смазываются маслом, распыленным в картере. В картер наливают приблизительно 2,5 л масла. Для контроля его количества в картер встроен маслоуказатель. Сливают масло через сливную пробку. Для предотвращения утечки смазки из картера вал уплотнен специальными кольцами. Летом применяют компрессорное масло марки 19Т, зимой — марки 12Т.

Управление работой мотор-компрессора осуществляет реле давления, которое включает его при 7,5 и выключает — при 9 кгс/см². Производительность компрессора считается нормальной, если один компрессор повысит давление с 7,5 до 9 кгс/см² в течение 1,5 мин.

Основные технические данные компрессора следующие:

Количество засасываемого воздуха . . .	160 м ³ /ч
Частота вращения вала при давлении 9 кгс/см ²	700 об/мин
Ход поршня	100 мм
Средняя скорость перемещения поршня . .	3,23 м/с
Масса компрессора	225 кг

Коленчатый вал компрессора через зубчатую передачу соединен с валом электродвигателя (рис. 156) типа 5А2135/4. Остов 7 электродвигателя отлит из электротехнической стали и имеет форму восьмигранной призмы, которая у коллектора переходит в цилиндр. В нижней части остова предусмотрены четыре опорные лапы 34 с отверстиями для болтов, крепящих электродвигатель к фундаментной плите. Вверху остова имеются скобы для транспортировки электродвигателя. Для осмотра коллектора и щеточного аппарата со стороны коллектора в остове предусмотрены два прямоугольных люка, закрытые листовыми крышками 27.

Электродвигатель имеет четыре главных и четыре дополнительных полюса. Сердечники 2 главных полюсов набраны из отдельных стальных листов толщиной 1 мм. Сплошные сердечники 3 дополнительных полюсов изготовлены из стали. Катушки 1 и 4 главных и дополнительных полюсов намотаны из голого провода. Отдельные витки изолированы асбестовой лентой. Снаружи катушки обмотаны миканитовой и стеклянной лентами. Концы обмоток выведены к зажимам 31, к которым крепятся наконечники кабелей межкатушечных соединений или выводных кабелей 25. Выводные кабели уплотнены в остове резиновыми проходными изоляторами 33. Воздушный зазор между сердечником главного полюса и якорем 2,5 мм, между сердечником дополнительного полюса и якорем — 5 мм. По обеим сторонам остова укреплены

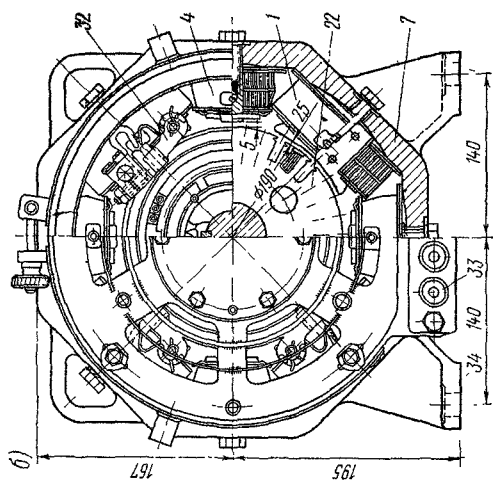
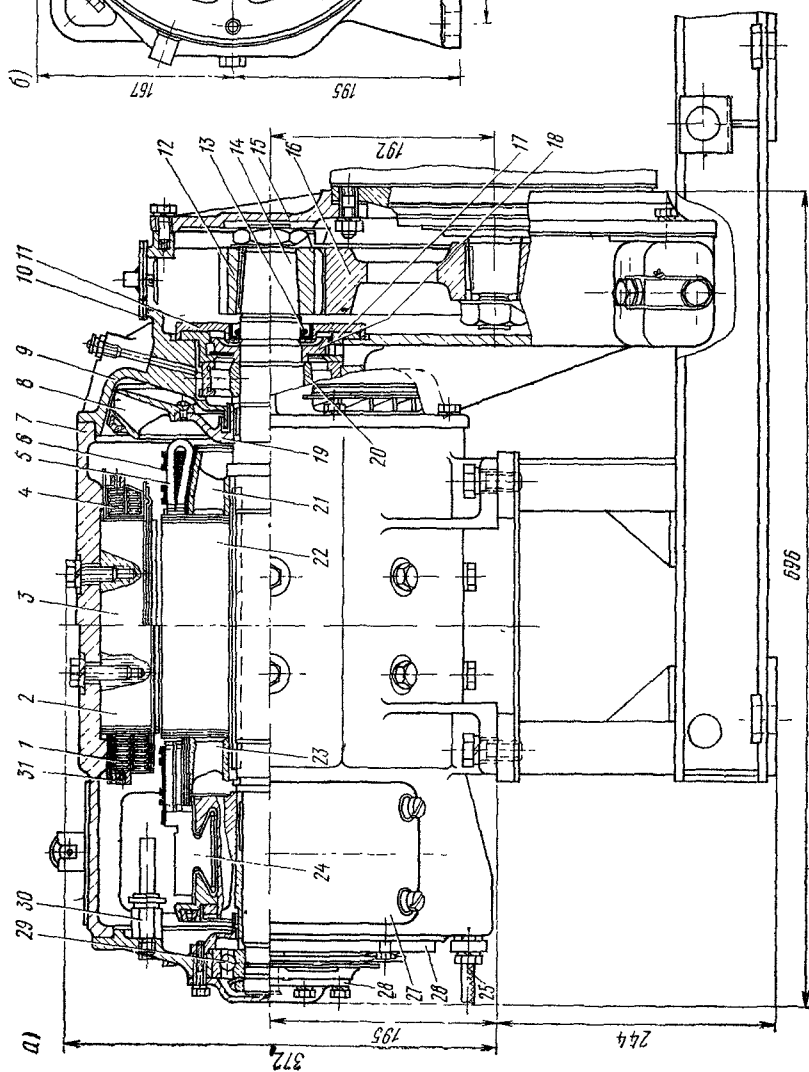


Рис. 156. Продольный (а) и поперечный (б) разрезы электродвигателя 5А2135/4

подшипниковые щиты 9 и 26, которые имеют по четыре закрытых сетками прямоугольных отверстия для входа и выхода охлаждающего воздуха. Щит 26, расположенный со стороны коллектора, закрыт подшипниковой крышкой 28. Щит 9, расположенный с противоположной коллектору стороны, закрыт крышкой 11. Проникновению масла из редуктора в электродвигатель препятствует уплотняющее кольцо 13. Редуктор оснащен крышкой 10 для отвода воздуха. В подшипниковых щитах зажаты наружные кольца подшипников. Избыточная смазка из камеры выходит наружу по специальным каналам в маслоотбойном 18 и упорном 17 кольцах подшипника.

Вал 14 якоря электродвигателя изготовлен из углеродистой стали. На вал посажены нажимные шайбы якоря, сердечник, коллектор и вентилятор. Сердечник 22 якоря, набранный из листов электротехнической стали, зажат между передней 23 и задней 21 нажимными шайбами. Обмотка 5 якоря волновая. Она выполнена из тонкого медного изолированного провода. Прямолинейные части обмотки, уложенные в пазах, опрессованы в горячем состоянии микафолиевыми трубками. Обмотка в лобовой части удерживается стальными бандажами 6, в пазах — текстолитовыми клиньями. Вал якоря электродвигателя вращается в подшипниках качения 29 и 20. Подшипник 29 со стороны коллектора шариковый, со стороны привода — роликовый. Диаметр якоря 190 мм.

Коллектор набран из медных пластин 24, изолированных друг от друга прокладками из коллекторного миканита. Пластины зажаты между втулкой и нажимным конусом и изолированы от них миканитовыми манжетами. Диаметр коллектора 165 мм. Ток к коллектору подводится через четыре щеткодержателя 32, прикрепленных изоляционными болтами 30 к подшипниковому щиту. Отверстия под болты, крепящие подшипниковый щит к остову, имеют овальную форму, что позволяет поворачивать подшипниковый щит, меняя положение щеткодержателей относительно коллектора.

Электродвигатель типа 5А2135/4 самовентилируемый. На вал якоря посажена стальная ступица 19, к которой крепится вентиляторное колесо 8, изготовленное из алюминиевого сплава.

Якорь электродвигателя динамически сбалансирован. Балансировочные грузы устанавливают в специальном пазу со стороны коллектора и на колесе вентилятора, положение которого относительно якоря фиксируют штифтом.

На конец вала якоря электродвигателя посажена шестерня 12, которая зацепляется с зубчатым колесом 16, посаженным на конусной шейке коленчатого вала компрессора. Посадку шестерни и зубчатого колеса на вал якоря и компрессора производят в нагретом состоянии. Редуктор закрыт крышкой 15. Электродвигатель и компрессор установлены на общей фундаментной плите. Компрессор снабжен специальным клапаном для автоматического выпуска конденсата.

Изоляция обмоток электродвигателя класса В. Во время испытания изоляции относительно земли к обмоткам подводят напряжение 1500 В в течение 1 мин. Электродвигатель испытывают в течение 2 мин при максимальной частоте вращения якоря 4000 об/мин.

Основные технические данные электродвигателя типа 5A2135/4:

Номинальное напряжение	220 В
Длительная мощность	17 кВт
Длительный ток	93 А
Частота вращения якоря	2800 об/мин
Масса вместе с фундаментной плитой	250 кг

На электровозах начиная с ЧС4-162 и на всех электровозах ЧС4^т установлены мотор-компрессоры типа К2-1ок-2 (рис. 157). Это поршневой, одинарного действия, двухступенчатый, трехцилиндровый компрессор (компрессоры такого типа установлены на электровозах ЧС2).

Корпус 1 компрессора выполнен из чугуна. В верхней части корпуса укреплены два цилиндра низкого давления 2 и 6 и один цилиндр высокого давления 5. По наружной поверхности цилиндры имеют охлаждающие ребра. Охлаждение компрессора естественное. К цилиндрам привинчены чугунные оребренные клапанные головки 4, в которых расположены всасывающие и нагнетательные клапаны, прижатые к седлам головок болтами. С двух сторон к корпусу крепятся чугунные крышки 7 с самоустанавливающимися роликовыми подшипниками, которые посажены на шейку коленчатого вала. С коленчатым валом через кривошипно-шатунный механизм связаны поршни.

На коленчатом валу рядом помещены три подшипника шатунов, залитые подшипниковым сплавом. Головки шатунов снабжены бронзовыми втулками, в которых помещены закаленные поршневые пальцы, соединяющие шатуны с поршнями. Поршни изготовлены из легкого металла и имеют три уплотнительных и два маслосъемных кольца. Кривошипно-шатунный механизм уравновешен противовесом.

Полный рабочий цикл в цилиндрах компрессора протекает за два хода поршня. Первая ступень сжатия воздуха до 1,8—2,4 кгс/см² осуществляется в двух крайних цилиндрах низкого давления. Вторая ступень сжатия предельно охлажденного в трубопроводах холодильника воздуха происходит в цилиндре высокого давления. Сжатый до 9 кгс/см² воздух подается в напорный трубопровод.

Компрессор обеспечивается смазкой под давлением с помощью масляного насоса, укрепленного на корпусе сальника на задней крышке корпуса компрессора. Насос приводится в действие посредством зубчатой передачи от коленчатого вала.

К нижней части корпуса компрессора прикреплен картер, в котором находится масло.

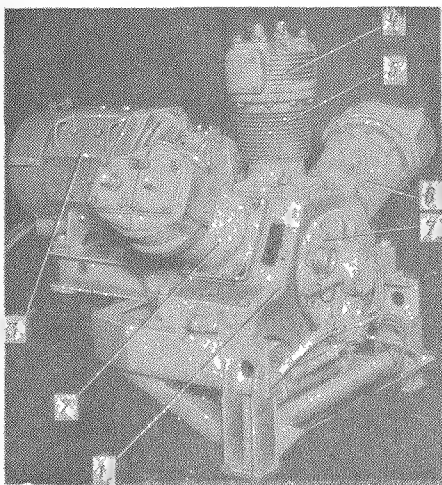


Рис. 157 Мотор-компрессор К2-1ок-2

При работе компрессора масло из картера всасывается по трубопроводу через масляный сетчатый фильтр в насос. Для предотвращения замерзания смазки на всасывающем трубопроводе имеются подогреватели масла. Из масляного насоса масло вытесняется через напорный трубопровод в верхнюю часть корпуса сальника, через который проходит коленчатый вал. В корпусе сальника имеется паз, в который поступает масло под давлением. В ступице запрессована втулка маслораспределительного щита. Через отверстия щита масло попадает в каналы коленчатого вала, а затем в шатуны и к поршневым пальцам. Для предотвращения утечки смазки из корпуса компрессора вал уплотнен специальными кольцами. Уплотнения имеют и все крышки компрессора.

Масло, которое разбрызгивается при работе компрессора, находится в распыленном состоянии и смазывает стенки цилиндров и роликовые подшипники коленчатого вала. Для обеспечения надежной смазки всех частей компрессора масляный насос поставляет избыток масла.

В масляной системе компрессора поддерживается давление 3—4 кгс/см². Регулировка давления производится регулировочным клапаном, встроеным в сливное отверстие сальника. Шарик клапана прижат в седло пружиной, нажатие которой регулируется болтом. Настройка давления масла выполняется в следующем порядке. Сначала ослабляют и снимают накидную гайку, затем снимают уплотнительное кольцо и ослабляют предохранительную гайку. После этого начинают вращать регулировочный болт. При вращении по часовой стрелке давление масла повышется, при вращении в противоположном направлении — понижается. После установки требуемого давления положение регулировочного болта необходимо зафиксировать предохранительной гайкой, поставить уплотнительное кольцо и навернуть накидную гайку.

Для контроля за давлением масла имеется манометр, а для дистанционного управления работой — специальный выключатель. Для того чтобы в картере компрессора не создавалось повышенное давление, его пространство через деаэратор сообщается с атмосферой.

Масло из регулировочного клапана проходит между задней крышкой корпуса компрессора и корпусом сальника в нижнюю часть задней крышки, где смазывает зубчатые колеса масляного насоса. Затем через сливное отверстие оно поступает обратно в картер компрессора, откуда опять всасывается через фильтр в насос.

В картер наливают приблизительно 4,5 л масла. Летом применяют компрессорное масло марки К8, зимой — марки К12. Контроль количества масла производится калибром, который встроен в картер компрессора со стороны масляного насоса. Палочка калибра снабжена двумя рисками. Если уровень масла в картере находится ниже нижней риски, то эксплуатировать компрессор нельзя. Необходимо долить масло в картер до уровня верхней риски.

Долить масло в картер компрессора и измерять его уровень можно только при неработающем компрессоре. Масло доливают в картер через отверстие после снятия крышки с деаэратором.

Выпуск масла из картера компрессора производится через сливную пробку, расположенную в нижней части картера. При смене мас-

ла необходимо очистить масляный сетчатый фильтр и магнитную вставку сливной пробки. Перед заливкой масла в систему необходимо произвести промывку картера и всей системы.

Основные технические данные компрессора К2-lok-2 следующие:

Количество засасываемого воздуха	2,1 м ³ /с
Частота вращения вала при полной мощности	635 об/мин
Ход поршня	120 мм
Средняя скорость перемещения поршня	2,54 м/с
Диаметр цилиндров первой ступени сжатия	155 мм
» » второй » » »	125 »

Компрессор К2-lok-2 приводится в действие электродвигателем 3 типа 11А2135/4 с последовательным возбуждением. Остов электродвигателя отлит из электротехнической стали. Он имеет форму восьмигранной призмы, переходящей у коллектора в цилиндр. В нижней части остова предусмотрены опорные лапы для крепления электродвигателя к фундаментной плите. Для осмотра коллектора и щеточного аппарата в остове электродвигателя со стороны коллектора предусмотрены два прямоугольных люка, закрытые листовыми крышками.

Электродвигатель имеет четыре главных и четыре дополнительных полюса. Сердечники главных полюсов набраны из отдельных листов толщиной 1 мм, сердечники дополнительных полюсов сплошные. Катушки главных и дополнительных полюсов намотаны из голого провода. Отдельные витки изолированы асбестовой лентой. Поверхность катушек изолирована слоем слюдяной и стеклянной лент. Межкатушечное соединение выполнено кабелями, запаянными в кабельные башмаки. Выводные кабели уплотнены в остове резиновыми проходными изоляторами. Воздушный зазор между сердечником главного полюса и якорем 2 мм, между сердечником дополнительного полюса и якорем — 5 мм.

По обеим сторонам остова электродвигателя укреплены подшипниковые щиты, имеющие по четыре прямоугольных отверстия для входа и выхода охлаждающего воздуха. Подшипниковые щиты закрыты крышками. Проникновению масла из редуктора в электродвигатель препятствует уплотняющее кольцо. Для смазки редуктора применяют в зимнее время масло марки РР13, в летнее время — марки РР44. Редуктор оснащен крышкой для отвода воздуха. В подшипниковых щитах зажаты наружные кольца подшипников. Избыток масла из подшипниковых щитов во время эксплуатации автоматически устраняется смазочными вентилями.

Вал якоря электродвигателя изготовлен из углеродистой стали. На вал посажены нажимные шайбы якоря; сердечник, набранный из листов электротехнической стали; коллектор и вентилятор. Обмотка якоря волновая. Она выполнена из профильного плоского медного изолированного провода. Прямолинейные части обмотки, уложенные в пазах, опрессованы в горячем состоянии микрофольевыми трубками. Обмотка в лобовой части удерживается стальными бандажами, в пазах — текстолитовыми клиньями. Вал якоря вращается в подшипниках качения. Подшипник со стороны коллектора шариковый, а со стороны привода роликовый. Весь якорь динамически сбалансирован. Вал электро-

двигателя соединен с коленчатым валом компрессора через зубчатую передачу.

Коллектор электродвигателя набран из медных пластин, изолированных друг от друга прокладками из коллекторного миканита. Пластины изолированы от стальных частей коллектора миканитовыми манжетами. Ток к коллектору подводится четырьмя щеткодержателями, которые прикреплены изоляционными болтами к подшипниковому щиту, позволяющему менять положение щеткодержателей относительно коллектора. Давление щеток на коллектор — 0,7—0,8 кгс.

Охлаждение электродвигателя, как и у всех вспомогательных машин, осуществляется путем самовентилиации. Охлаждающий воздух поступает в электродвигатель через отверстия подшипникового щита со стороны коллектора и выходит со стороны редуктора.

Изоляция обмоток электродвигателя класса В. Во время испытания изоляции относительно земли к обмоткам подводят напряжение 1500 В в течение 1 мин.

Основные технические данные электродвигателя 11А2135/4 следующие:

Номинальное напряжение	220 В
Длительная мощность	17 кВт
Длительный ток	93 А
Частота вращения якоря	2800 об/мин
Масса электродвигателя	300 кг
» фундаментной плиты	90 »

§ 47. ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ МОТОР-КОМПРЕССОР

Вспомогательный мотор-компрессор типа 36а предназначен для обеспечения подъема токоприемника при отсутствии воздуха в главных резервуарах. Компрессор (рис. 158) двухцилиндровый, агрегатного

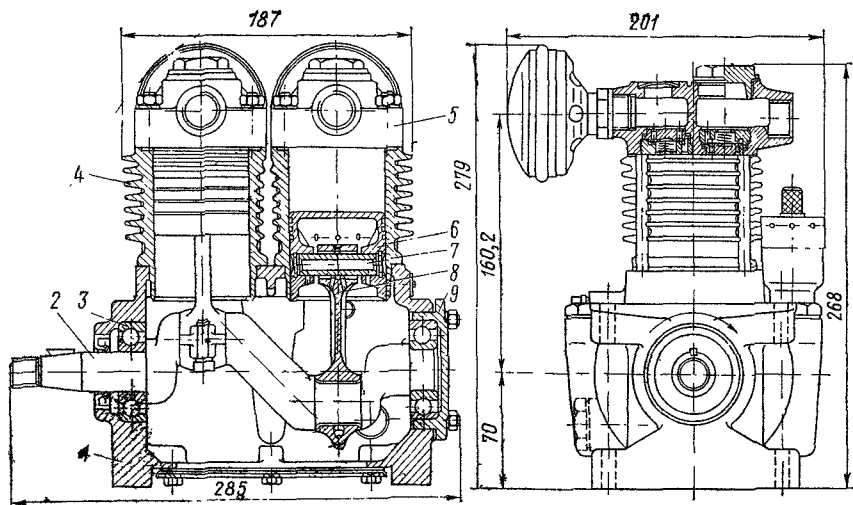


Рис. 158. Вспомогательный компрессор 36а

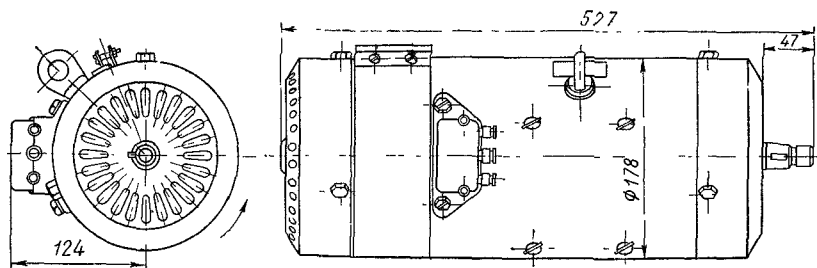


Рис. 159. Электродвигатель XO2-9578-03 вспомогательного компрессора

исполнения. Коленчатый вал 2 вращается в двух шариковых подшипниках 3. Подшипники закрыты крышкой 9. Шатун 8 состоит из двух частей, залитых в местах скольжения подшипниковым сплавом. Поршень 6, изготовленный из серого чугуна, имеет два уплотняющих и одно маслоотбойное кольцо. Поршневая цапфа 7 вложена в чугунную втулку. Цилиндры 4 и их головки 5 прикреплены к картеру 1 восемью болтами. Каждая головка цилиндра с всасывающим и нагнетательным патрубками имеет два самостоятельных клапана пластинчатого исполнения. На всасывающих патрубках установлены фильтры для очистки воздуха. Для смазывания компрессора применяют компрессорное масло марки 19Т (летом) и 12Т (зимой)— ГОСТ 1861—73. Объем масла занимает приблизительно 150 см³. Компрессор оборудован маслоуказателем, который одновременно служит для заливки масла и отвода воздуха.

Основные технические данные компрессора 36а следующие:

Частота вращения вала при давлении 6 кгс/см ²	1000 об/мин
Диаметр цилиндров	60 мм
Ход поршня	40 »
Масса компрессора	16,5 кг

Компрессор приводится в движение электродвигателем типа XO2-9578-03 (рис. 159). Электродвигатель четырехполюсный с параллельным возбуждением и самовентиляцией. Он получает питание от аккумуляторной батареи.

Основные технические данные электродвигателя типа XO2-9578-03:

Напряжение питания	48 В
Мощность	1,2 кВт
Частота вращения якоря	1550 об/мин
Масса электродвигателя	45 кг

В системе кондиционирования воздуха в кабинах машиниста электровозов ЧС4^т движение хладагента осуществляется двухцилиндровым поршневым компрессором. Диаметр цилиндров компрессора составляет 50 мм, ход поршня равен 36 мм. Компрессор приводится в действие электродвигателем типа SM4007. Электродвигатель рассчитан на номинальное напряжение 220 В. Его номинальная мощность составляет 2,5 кВт. Частота вращения якоря 2800 об/мин.

§ 48. МОТОР-ВЕНТИЛЯТОРЫ

Для охлаждения тяговых двигателей электровоза ЧС4 воздух подается двумя аксиальными двухступенчатыми мотор-вентиляторами (рис. 160), имеющими диаметр рабочих колес 710 мм. Каждый вентилятор обеспечивает воздухом три тяговых двигателя. На электровозе ЧС4^т такие мотор-вентиляторы подают воздух для охлаждения тяговых двигателей и выпрямительных установок. В машинном отделении электровозов мотор-вентиляторы установлены в вертикальном положении.

Наружный кожух 8 мотор-вентилятора сварен из стального листа. Он соединен направляющими лопатками с внутренним кожухом 10. На торцах наружного кожуха установлены фланцы 11, к которым крепят воздухопроводы. Через наружный кожух из подшипниковых камер электродвигателя выведены трубки 5, на концах которых укреплены пресс-масленки 4. Рабочие колеса 7 обеих ступеней вентилятора посажены на вал, выведенный из электродвигателя в обе стороны. Колеса первой и второй ступеней статически сбалансированы. Они снабжены съемными лопатками 1. На ступицах колес лопатки укреплены навернутыми непосредственно на вал гайками и зафиксированы штифтами. Доступ к щеткам и коллектору электродвигателя через наружный кожух мотор-вентилятора обеспечен двумя люками 2. Вентилятор снабжен сепаратором 6, сглаживающим пульсацию потока воздуха.

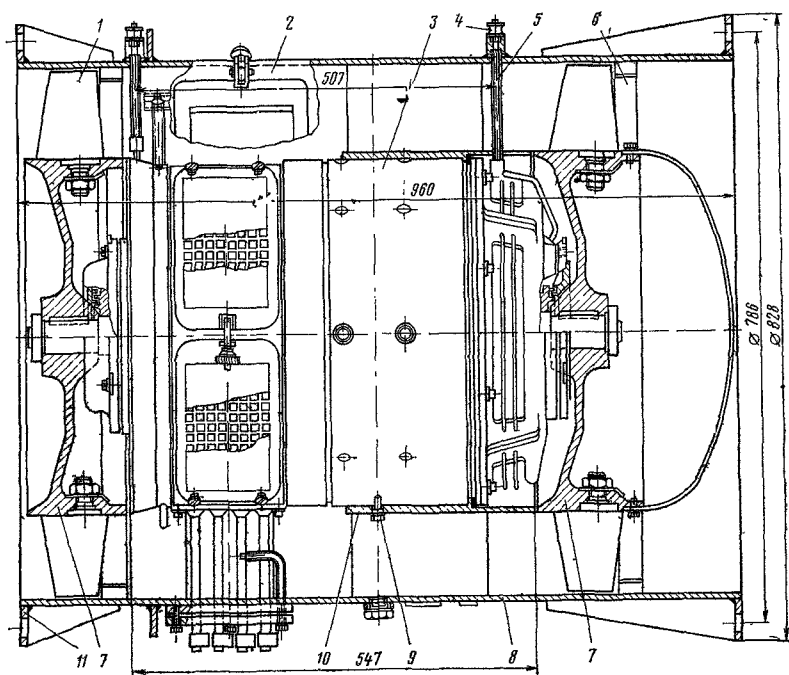


Рис. 160 Двухступенчатый аксиальный мотор-вентилятор $\varnothing 710$

Номинальная производительность вентилятора на электровозах ЧС4 составляет $4,5 \text{ м}^3/\text{с}$ при статическом напоре 290 мм вод. ст., на электровозах ЧС4т — $8 \text{ м}^3/\text{с}$ при 250 мм вод. ст.

Вентилятор приводится в действие электродвигателем 3 типа 1А2732/4. Электродвигатель помещен во внутренний кожух мотор-вентилятора и закреплен в нем тремя болтами 9, ввернутыми в остов электродвигателя. В наружном кожухе электродвигатель (рис. 161) подвешен на предохранительном кольце 19, препятствующем его аксиальному сдвигу. Устойчивость электродвигателя обеспечена шестью болтами, проходящими через наружный и внутренний кожуха мотор-вентилятора и ввернутыми в остов электродвигателя.

Остов 9 электродвигателя, имеющий цилиндрическую форму, отлит из электротехнической стали. На его поверхности предусмотрен паз для предохранительного кольца. Для осмотра коллектора и щеточного аппарата в остова сделаны четыре люка 29.

Электродвигатель имеет четыре главных и четыре дополнительных полюса. Сердечники 15 главных полюсов набраны из стальных листов, сердечники 17 дополнительных полюсов изготовлены из прокатной стали. Воздушный зазор между сердечниками главных полюсов и якорем 3,5 мм, между сердечниками дополнительных полюсов и якорем — 5 мм. Катушки главных 14 и дополнительных 18 полюсов намотаны на каркасе голым плоским проводом, изолированным асбестовой лентой. Поверхность катушек изолирована слоем слюдяных и стеклянных лент, запекаемых в специальных формах. Соединения между катушками выполнены кабелями. Наконечники этих кабелей крепят болтами к зажимам 13, которыми заканчиваются выводы из катушек. Выводные кабели 27 закреплены в остова электродвигателя при помощи резиновых проходных изоляторов 28. Кабели выведены на поверхность мотор-вентилятора и защищены кожухом.

Вал 25 якоря электродвигателя изготовлен из углеродистой стали. На вал посажены передняя 12 и задняя 22 нажимные шайбы якоря, сердечник 16, набранный из листов электротехнической стали, и коллектор 26. Волновая обмотка 21 якоря выполнена из тонкого профильного провода. Корпусная изоляция катушек обмотки якоря представляет собой опрессованную в горячем состоянии микашитовую трубку. Обмотка в пазах сердечника крепится текстолитовыми клипьями, в лобовых частях — бандажами из диаманитной проволоки.

Коллектор набран из медных пластин 11, изолированных друг от друга калиброванными прокладками из коллекторного миканита. От стальных частей коллектора пластины изолированы миканитовыми манжетами.

Якорь электродвигателя динамически сбалансирован. Балансировочные грузы 5 укреплены в пазах нажимного конуса 6 коллектора и венца колеса вентилятора, охлаждающего обмотки электродвигателя. Вентилятор 20 электродвигателя состоит из двух частей. Он крепится болтами к специальному выступу на задней нажимной шайбе якоря. Положение вентилятора относительно якоря фиксируют одним штифтом. Воздух всасывается со стороны коллектора и выдувается в пространство за первой ступенью аксиального мотор-вентилятора через

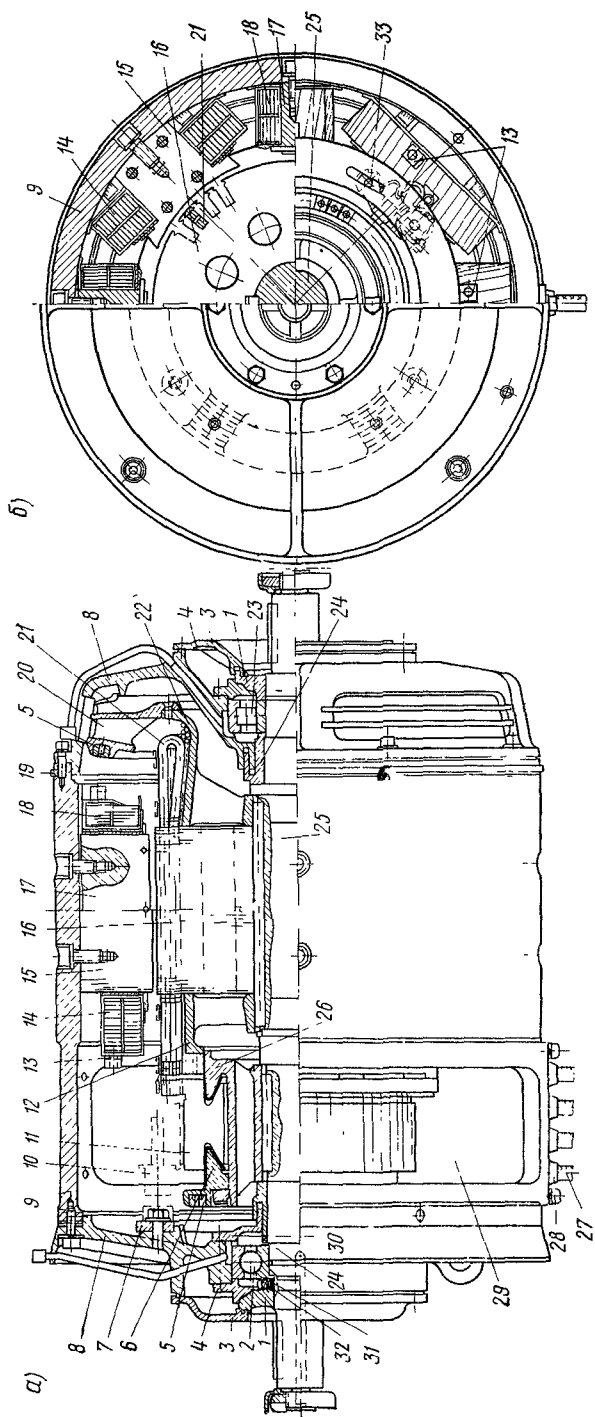


Рис. 161 Продольный (а) и поперечный (б) разрезы электродвигателя 1А2732/4

отверстия в подшипниковом щите электродвигателя с противоположной коллектору стороны.

Ток к коллектору подводится четырьмя щеткодержателями 33. В каждом щеткодержателе установлены по две щетки. Давление щеток на коллектор — 1,3—1,5 кгс. Крошштейны 10 щеткодержателей прикреплены болтами к специальному кольцу 7 на подшипниковом щите 8. Кольцо в месте крепления крошштейнов имеет овальные вырезы. Перемещением крошштейнов вдоль овальных вырезов можно менять положение щеткодержателей относительно коллектора. Щеткодержатели одинаковой полярности соединены между собой.

Подшипниковые щиты 8 крепят болтами к торцам остова электродвигателя. В щиты посажены внешние кольца подшипников, работающих на консистентной смазке марки 1-ЛЗ ГОСТ 12811—67. Со стороны коллектора установлен шариковый подшипник 2 типа 6312, воспринимающий аксиальные усилия. На противоположной коллектору стороне помещен открытый роликовый подшипник 23 типа NU312. Подшипниковый узел со стороны коллектора имеет посаженный на вал 25 лабиринтное кольцо 24, в паз которого вставляется выступ внутренней подшипниковой крышки 30. Внутреннее кольцо подшипника надевают на вал подогретым в масляной ванне до 80—100° С и фиксируют навёрнутой непосредственно на вал гайкой 32 с предохранительной шайбой 31. Язычок шайбы вставляют в паз вала, а ее лепестки загибают в пазы гайки. Подшипник с наружной стороны закрыт внешней подшипниковой крышкой 4 и посаженным на вал маслоотражательным кольцом 1. Перед посадкой на вал лабиринтное и маслоотражательное кольца подгревают до 150° С. Внешнюю подшипниковую крышку совместно с внутренней крышкой крепят к подшипниковому щиту шестью болтами. Подшипниковый щит с противоположной коллектору стороны не имеет внутренней подшипниковой крышки и фиксирующей гайки. Оба подшипниковых щита закрыты крышками 3. Из обеих подшипниковых камер электродвигателя выведены трубки, на концах которых имеются пресс-масленки для смазки подшипников под давлением.

Изоляция обмоток электродвигателя класса В. При испытании изоляции к обмоткам в течение 1 мин подводят напряжение 1500 В. Электродвигатель испытывают в течение 2 мин при частоте вращения якоря 2500 об/мин.

Основные технические данные электродвигателя 1А2732/4 следующие:

Номинальное напряжение	220 В
Длительная мощность	25 кВт
Длительный ток	135 А
Частота вращения якоря	1800 об/мин
Масса электродвигателя	310 кг

Воздух в шкафы выпрямительных установок электровоза ЧС4 подают четыре двухступенчатых мотор-вентилятора с диаметром рабочих колес 425 мм. Мотор-вентиляторы крепят в вертикальном положении болтами к фланцам в нижней части шкафов выпрямительной установки. Производительность каждого вентилятора 1,9 м³/с при давлении воздуха 150 мм вод. ст. Конструктивно вентилятор с диаметром рабочих

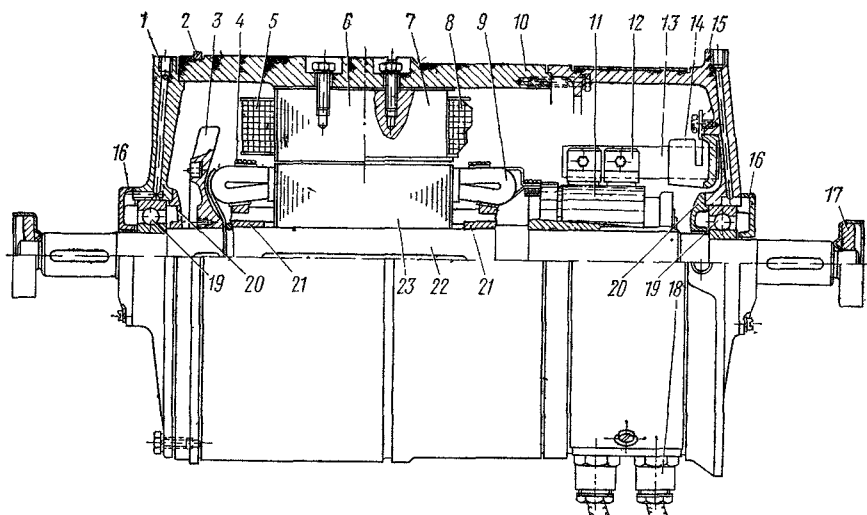


Рис. 162. Продольный разрез электродвигателя SM4003L

колес 425 мм выполнен подобно вентилятору с диаметром рабочих колес 710 мм. Рабочие колеса первой и второй ступеней вентилятора вращаются электродвигателем типа SM4003L (рис. 162). Крепление электродвигателя в наружном и внутреннем кожухах выполнено аналогично креплению электродвигателя типа 1A2732/4. В наружном кожухе электродвигатель подвешен на предохранительном кольце 2, препятствующем его аксиальному сдвигу. Остов 10 электродвигателя имеет цилиндрическую форму. К его внутренней поверхности болтами крепят четыре главных и четыре дополнительных полюса. Сердечники 6 главных полюсов собраны из стальных листов, сплошные сердечники 7 дополнительных полюсов изготовлены из стали. Катушки 5 главных полюсов намотаны на каркас, а катушки 8 дополнительных полюсов — непосредственно на сердечник полюса медной изолированной проволокой. Концы катушек выведены на зажимы, к которым крепят и межкатушечные соединения. Выводные кабели из электродвигателя проходят через два сальниковых устройства 18 в переднем подшипниковом щите.

Вал 22 якоря электродвигателя вращается в двух шариковых подшипниках 19 типа 306 ГОСТ 8338—57. На вал напрессовывают коллектор 11, шихтованный сердечник якоря 23, нажимные шайбы 21 и колесо вентилятора 3, в пазу которого помещен груз для балансировки якоря. На выведенный из электродвигателя в обе стороны вал посажены рабочие колеса вентилятора, которые крепятся накрученными непосредственно на вал гайками 17. Волновая обмотка 9 якоря выполнена из медного изолированного провода. Прямолинейные части катушек обмотки уложены в изолированных пазах сердечника и укреплены стеклотекстолитовыми клиньями. Лобовые части обмотки крепят бандажами 4 из стальной проволоки.

Подшипниковые щиты 1 и 15 с подшипниками крепят болтами к торцам остова. Подшипники закрыты внутренними 20 и наружными 16 крышками. Для дополнения смазки в подшипниковых щитах предусмотрены радиальные каналы. В переднем подшипниковом щите между ребрами имеются четыре отверстия для доступа к щеточному аппарату и коллектору. Ток к коллектору подводится щеткодержателями 12, кронштейны 13 которых крепятся к специальному опорному кольцу 14.

С помощью подобных двух мотор-вентиляторов, имеющих диаметр рабочих колес 425 мм осуществляется охлаждение маслоохладителей тягового трансформатора электровоза ЧС4^т. В отличие от вентиляторов электровоза ЧС4 у этих вентиляторов отсутствует вентиляторное колесо второй ступени. Мотор-вентиляторы установлены на верхней части корпуса тягового трансформатора в наклонном положении. При эксплуатации электровозов ЧС4^т во время периодических осмотров необходимо обращать особое внимание на состояние шариковых подшипников электродвигателей, так как наклонное положение мотор-вентиляторов ухудшает условия их работы.

Основные технические данные электродвигателя SM4003L следующие:

Напряжение питания	220 В
Мощность	4,5 кВт
Ток	24,7 А
Частота вращения якоря	2800 об/мин
Масса электродвигателя	78 кг

Для охлаждения сглаживающих реакторов, резисторов ослабления поля тяговых двигателей и маслоохладителей тягового трансформатора электровоза ЧС4 предназначены два одноступенчатых аксиальных вентилятора с диаметром рабочего колеса 560 мм. Производительность каждого вентилятора составляет 6,5 м³/с при давлении воздуха 150 мм вод. ст. Внутренний кожух, в котором находится электродвигатель постоянного тока типа 2А2135/4 (рис. 163), укороченный, поэтому электродвигатель выступает из него. В остове электродвигателя предусмотрены два люка для осмотра щеточного аппарата и коллектора. Давление щеток на коллектор 0,7—0,8 кгс. В остальном конструкция мотор-вентилятора с диаметром рабочих колес 560 мм не отличается

от описанной выше конструкции мотор-вентилятора с диаметром рабочих колес 710 мм.

Два подобных одноступенчатых аксиальных мотор-вентилятора, имеющих диаметр рабочего колеса 560 мм, на электровозах ЧС4^т предназначены для охлаждения только сглаживающих реакторов и резисторов ослабления поля тяговых двигателей. На элек-



Рис. 163. Электродвигатель 2А2135/4

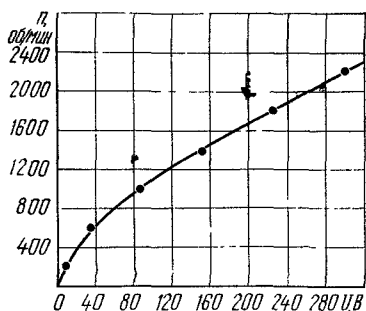


Рис. 164. Зависимость частоты вращения электродвигателя AU2732/4 от питающего напряжения

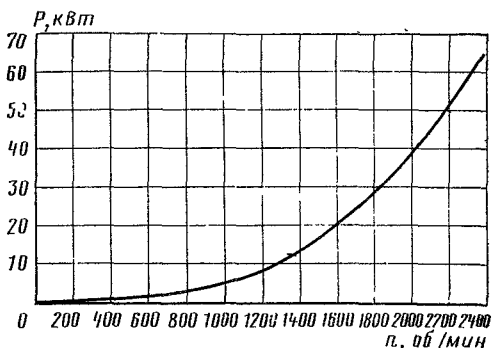


Рис. 165. Зависимость мощности, потребляемой электродвигателем AU2732/4, от частоты вращения

тормозах ЧС4^т вентиляторы приводятся в действие электродвигателями постоянного тока типа 6A2135/4, которые по своей конструкции сходны с электродвигателем типа 2A2135/4.

Изоляция обмоток электродвигателей класса В. Во время испытания изоляции в течение 1 мин к обмоткам подводится напряжение 1500 В. Электродвигатели испытывают в течение 2 мин при частоте вращения якоря 4000 об/мин.

Технические данные электродвигателей 2A2135/4 и 6A2135/4 следующие:

Номинальное напряжение	220 В
Длительная мощность	17 кВт
Длительный ток	93 А
Частота вращения якоря	2800 об/мин
Масса электродвигателя	210 кг

Работу всех мотор-вентиляторов контролируют воздухоуструйные реле.

На электровозе ЧС4^т воздух для охлаждения элементов тормозных резисторов подается двумя одноступенчатыми вентиляторами, имеющими диаметр рабочего колеса 800 мм. Мотор-вентиляторы установлены в горизонтальном положении около блоков тормозных резисторов. Воздух всасывается вентилятором через постоянно открытые расположенные горизонтально жалюзи в верхней части кузова и, пройдя через тормозные резисторы, выбрасывается через такие же жалюзи на противоположной стороне электровоза. Фильтрация воздуха не предусмотрена.

Вентиляторы приводятся в действие электродвигателями постоянного тока типа AU2732/4 с последовательным возбуждением. Питание электродвигателей производится от выводов D3-B3 тормозных резисторов. Поэтому частота вращения (рис. 164), производительность мотор-вентиляторов и потребляемая ими мощность (рис. 165) непосредственно зависят от величины тормозного тока.

Технические данные электродвигателя AU2732/4 следующие:

Напряжение питания	до 280 В
Ток при 40-мин режиме работы	160 А
Частота вращения якоря	2140 об/мин
Потребляемая мощность	39 кВт
Сопротивление обмотки якоря	0,0309 Ом
Сопротивление обмотки главных полюсов	0,0215 »
Сопротивление обмотки дополнительных полюсов	0,01748 »
Класс изоляции обмоток	В
Масса электродвигателя	350 кг

Для более равномерного распределения воздуха в блоке тормозных резисторов между вентилятором и блоком расположена эллиптической формы диафрагма из перфорированного листа с отверстием в середине.

Циркуляцию воздуха в системе кондиционирования в кабинах машиниста электровозов ЧС4^т осуществляют четыре радиальных вентилятора, которые приводятся в действие электродвигателями типа 2APC71-2S.

Основные технические данные электродвигателя 2APC71-2S следующие:

Напряжение питания	220 В, 50 Гц
Мощность	370 Вт
Частота вращения якоря	2885 об/мин

§ 49. МОТОР-НАСОСЫ

Для обеспечения циркуляции масла в системе охлаждения тягового трансформатора электровозов ЧС4 предназначены два одноступенчатых центробежных мотор-насоса типа ЕСС37-4Е13/0 (рис. 166). Мотор-насосы установлены в разрезы маслопроводов между баком тягового трансформатора и маслоохладителем. Маслоохладитель помещен под блоком резисторов, предназначенных для ослабления возбуждения тяговых двигателей, и принудительно охлаждается воздухом.

Насос приводится в действие конденсаторным однофазным асинхронным электродвигателем, который помещен в корпусе 1 мотор-насоса и погружен в масло. Вал 3 якоря электродвигателя вращается в подшипниках скольжения 2 и 9, размещенных в подшипниковых щитах 4 и 8. На вал напрессован сердечник 10 якоря. Обмотка якоря короткозамкнутая. Статор 11 электродвигателя шихтованный. Концы обмоток статора выведены на специальную панель 7, укрепленную на корпусе мотор-насоса. Электродвигатель имеет две обмотки: рабочую и пусковую.

На консольной части вала якоря закреплено центробежное колесо 5 насоса. Колесо находится в корпусе 6, имеющем форму улитки. Всасывающий и нагнетательный патрубки мотор-насоса расположены соосно,

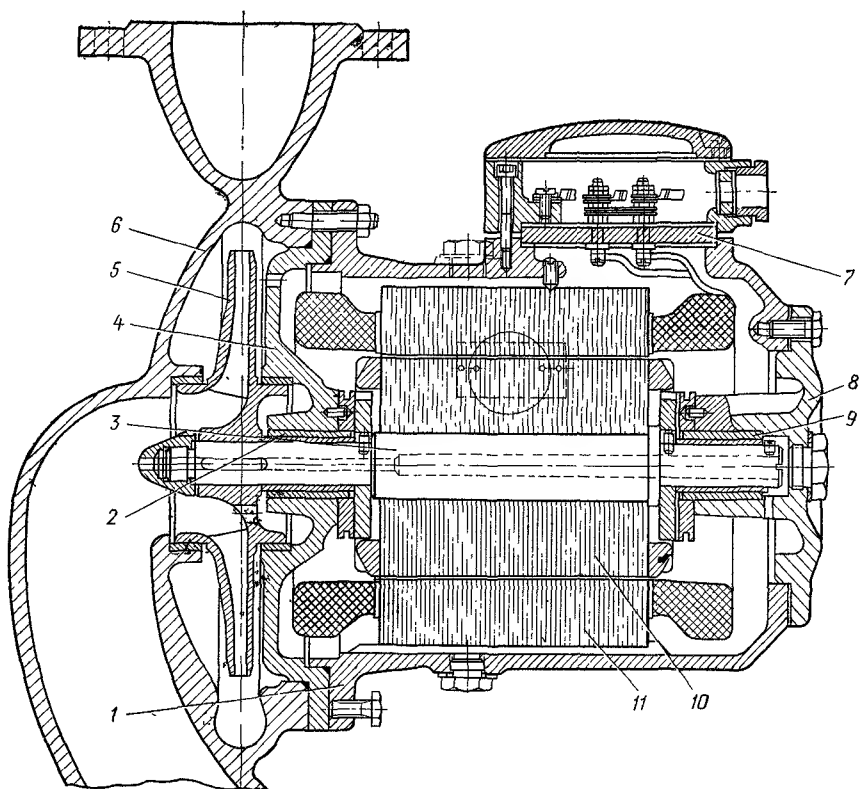


Рис. 166 Мотор-насос ECC37-4E13/0

Основные технические данные мотор-насоса ECC37-4E13/0 следующие:

Производительность	300 л/мин
Допускаемая температура масла	90° С
Мощность электродвигателя	1,5 кВт
Напряжение питания	220 В
Ток	10 А
Частота вращения якоря	1430 об/мин

Электродвигатель может работать при напряжении в диапазоне 160—260 В, имея при этом частоту вращения якоря соответственно 1380—1460 об/мин.

Для обеспечения циркуляции масла в системе охлаждения тягового трансформатора электровозов ЧС4^Г предназначены два мотор-насоса типа 70-NOL-200-07-LN-03. Насосы приводятся в действие конденсаторными однофазными асинхронными электродвигателями, не имеющими пусковых конденсаторов.

§ 50. СГЛАЖИВАЮЩИЕ РЕАКТОРЫ В ЦЕПИ ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ МАШИН

Для уменьшения пульсации выпрямленного тока в цепях вспомогательных электродвигателей электровозов ЧС4 и ЧС4^Т применяют сглаживающие реакторы типа AL-CIV1914/06.

Основные технические данные сглаживающих реакторов следующие:

Номинальное напряжение при частоте 50 Гц	188,5 В
Номинальный ток	150 А
Индуктивность при номинальном токе . . .	4 мГ
Испытательное напряжение относительно земли в течение 1 мин при частоте 50 Гц	2500 В
Масса реактора	63 кг

Сглаживающий реактор (рис. 167) состоит из шихтованной магнитной системы, катушек и деталей крепления. Двухстержневая магнитная система набрана из листов электротехнической стали, которые стянуты шпильками 3 с помощью верхних 2 и нижних 1 боковин. Нижние боковины, кроме того, служат для установки реактора на электровозе.

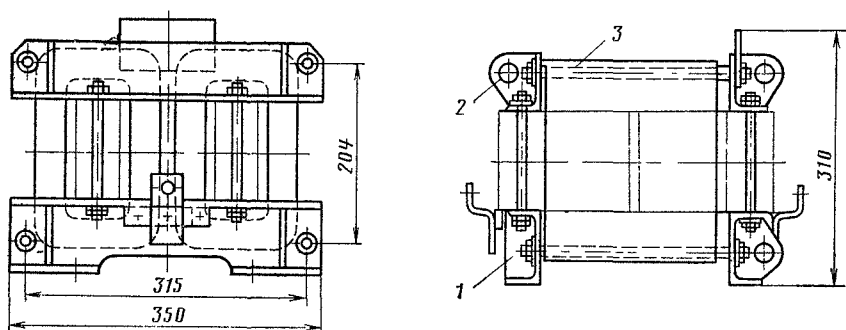


Рис 167. Сглаживающий реактор AL-CIV1914/06

Сердечники имеют прямоугольную форму сечения. Обмотка, представляющая собой последовательно-параллельное соединение катушек (по десять на каждом стержне), намотана из алюминиевых шин. Изоляция катушек класса В. Сглаживающие реакторы имеют принудительное охлаждение воздухом, количество которого равно 0,7 м³/с.

Для улучшения сглаживания тока в цепях вспомогательных электродвигателей электровозов ЧС4^Т включены последовательно две обмотки реактора.

Уменьшение пульсации выпрямленного тока в цепи электродвигателя мотор-компрессора системы кондиционирования воздуха в кабине машиниста электровозов ЧС4^Т обеспечивают сглаживающие реакторы TV400, рассчитанные на номинальный ток 3,2 А.

§ 51. ТОКОПРИЕМНИК

На электровозах ЧС4 и ЧС4^т установлены токоприемники 2SLS-1. Две растянутые подъемные пружины 7 (рис. 168), действуя на рычаги 9, стремятся повернуть валы 2 навстречу, т.е. поднять подвижные рамы 11, 12 с кареткой 13 и ползком 14. Однако опускающие пружины 4, действуя на поршень, стремятся повернуть правый вал 2 по часовой стрелке. Так как оба вала 2, связанные симметрирующей тягой 6, могут поворачиваться в раме 1 только одновременно, оставаясь всегда симметричными, сила опускающей пружины от правого вала 2 через рычаги 8 и тягу 6 передается на левый вал, но в направлении против часовой стрелки. Усилие опускающих пружин больше, чем подъемных, и при отсутствии сжатого воздуха в цилиндре токоприемника он находится в опущенном положении.

При подаче сжатого воздуха в цилиндр 3 поршень перемещается влево, воздействуя на рычаг 10 с изолятором 5. Правый вал 2 поворачивается против, а левый вал 2 — по часовой стрелке, и токоприемник поднимается. При необходимости опустить токоприемник машинист выпускает сжатый воздух из цилиндра, и пружины 4, преодолевая сопротивление подъемных пружин 7, опускают токоприемник.

Токоприемник 2SLS-1 состоит из основания 5 (рис. 169), нижних 1 и верхних 9 подвижных рам, контактного ползка 6 и пружинно-пневматического механизма 4 и 10. Основные части токоприемника, кроме пневматического цилиндра, находятся под высоким напряжением. Поэтому токоприемник установлен на четырех опорных изоляторах 2, изготовленных из стеклопластика. Между основанием токоприемника и опорными изоляторами проложены резиновые прокладки.

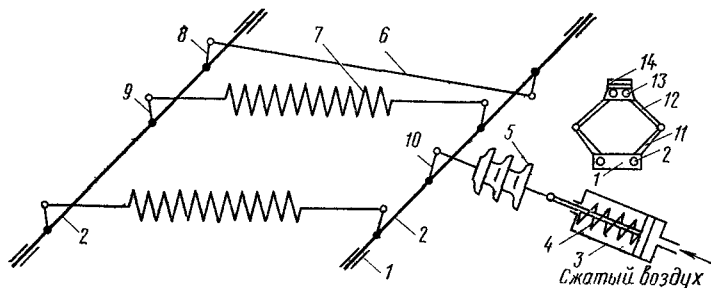


Рис. 168 Кинематическая схема токоприемника

Основание 5 токоприемника представляет собой сварную раму, изготовленную из тонкостенных стальных угольников, соединенных двумя поперечными швеллерами 14. Швеллеры связаны между собой продольными угольниками.

На угольниках основания токоприемника расположены цапфы 3, в которых установлены двухрядные сферические подшипники качения. В подшипниках вращаются главные валы 13, к которым прикреплены нижние подвижные рамы 1. С валом жестко связаны рычаги 12 с двумя подъемными пружинами 4. Предварительно растянутые подъемные пружины стремятся сжаться и повернуть нижние подвижные рамы одну навстречу другой, т. е. поднять токоприемник. Изменять давление можно вращением регулировочных гаек 8 на шпильках.

Верхние концы нижних подвижных рам соединены с верхними рамами шарнирами 11 с применением шариковых подшипников качения. В шарнирных соединениях установлены масленки для добавления смазки в подшипник в процессе эксплуатации. Ток от верхних рам к нижним проходит по гибким медным шунтам; тем самым предохраняются подшипники шарнира от электрокоррозии. Верхние рамы выполнены из труб диаметром 28 мм. Для создания жесткости конструкции верхние рамы имеют диагональные связи из стальных труб 16, которые закреплены при помощи соединительных кронштейнов 15.

На концах верхних рам установлены наконечники, соединенные между собой центральными шарнирами 7 с однорядными шариковыми подшипниками.

Нижние подвижные рамы выполнены из тонкостенных конических труб овального сечения. Для того чтобы положение нижних рам при

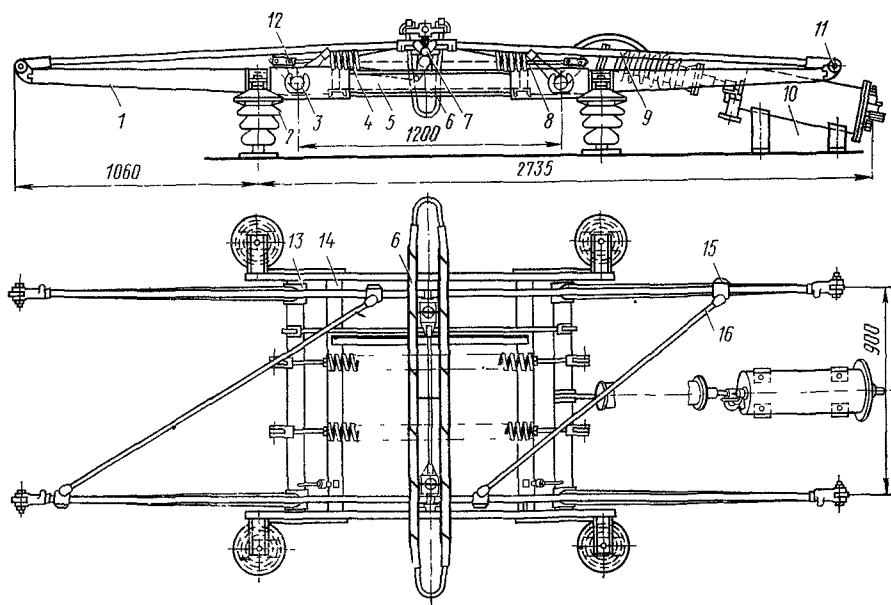


Рис. 169 Токоприемник 2SL-1

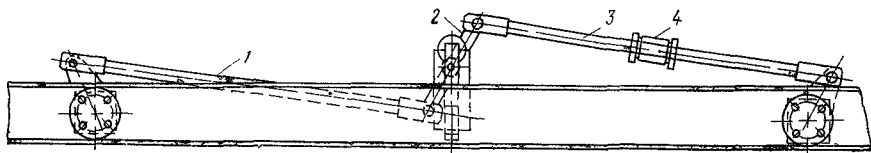


Рис 170. Выравнивающее устройство

подъеме было всегда симметрично относительно вертикальной оси, между главными валами установлено регулировочное выравнивающее устройство (рис. 170). Оно состоит из стержня 1, регулировочной тяги 3 и рычага 2. Длину регулировочной тяги регулируют поворотом гайки 4.

Контактный полоз крепится к верхним рамам с помощью амортизирующего устройства (рис. 171), предназначенного для гашения небольших по амплитуде колебаний контактного провода. Базу амортизирующего устройства образует держатель 9, который болтами прикреплен к наконечникам верхних рам. В держателе укреплен пружинный механизм, состоящий из пружины 8, выполненной из прутка диаметром 3 мм, цилиндрического корпуса 6, направляющей трубки 5 с вилкой, соединенной с полозом цапфой 2, и фиксирующих крышек 7 и 10.

При резких колебаниях высоты подвески контактного провода удары полоза смягчаются упругим механизмом. При плавном изменении высоты подвески контактного провода изменение высоты подъема токоприемника происходит за счет движения его подвижных рам и поворота главных валов. Полоз может поворачиваться вокруг цапфы 2 в обе стороны на 8° . Между полозом и верхними подвижными рамами установлены медные шунты.

Полоз токоприемника выполнен из стальной штампованной полосы с угольными вставками 1 и 3, закрепленными на полوزه держателями 4, изготовленными из листовой стали. Применение угольных вставок позволяет уменьшить износ контактного провода; при этом не требуется смазывать полоз. Полоз имеет длину 2180 ± 10 мм. Для того чтобы полоз не захлестывался контактным проводом, на концах его укреплены рога, загнутые книзу; высота рога 400 мм.

Для подъема и опускания токоприемника служат пневматический привод (рис. 172) и подъемные пружины.

В корпусе 1 цилиндра помещен поршень 2. На его штоке 4 установлены трехрядные пружины 3. Поршень через тягу изолятора соединен с рычагом главного вала. Когда в цилиндре отсутствует сжатый воздух, пружины перемещают поршень и шток вправо, при этом шток через тягу-изолятор поворачивает главные валы. Так как момент, создаваемый помещенными в цилиндре привода пружинами, больше момента, создаваемого подъемными пружинами, то токоприемник опускается.

При впуске сжатого воздуха в цилиндр и повышении давления в нем до $2,5 \text{ кгс/см}^2$ сила, действующая на поршень, оказывается больше разности давлений пружин. В результате поршень вместе со штоком пере-

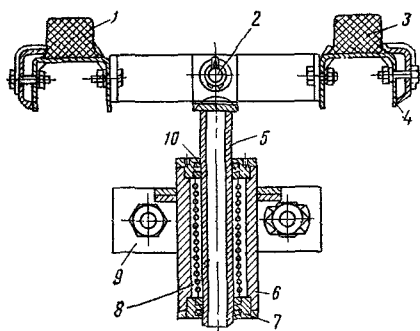


Рис. 171. Крепление полоза токоприемника

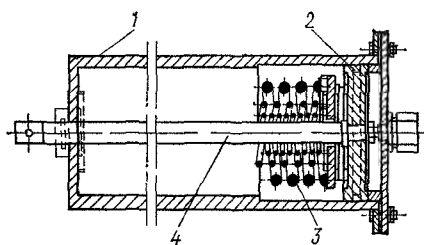


Рис. 172. Пневматический цилиндр

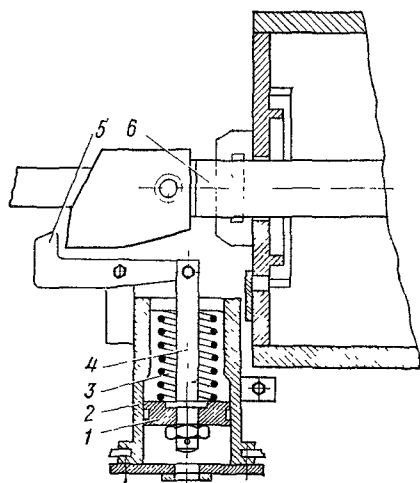


Рис. 173. Предохранительное устройство

местится и токоприемник под действием подъемной пружины поднимется.

Скорость подъема токоприемника зависит от темпа наполнения цилиндра привода сжатым воздухом, а скорость опускания — от темпа выпуска сжатого воздуха. Для того чтобы токоприемник поднимался быстро, а его полоз подходил к контактному проводу без ударов, сжатый воздух в цилиндр привода в начальный момент подается более интенсивно, а затем замедленно. Для уменьшения обгорания контактного провода при опускании токоприемника под током и одновременного смягчения удара подвижных частей о неподвижные в конце опускания воздух из цилиндра выпускается сначала быстро, а затем замедленно. Такой темп работы привода обеспечивается дросселирующим устройством, установленным на крышке цилиндра пневматического привода.

Для исключения подъема неработающего токоприемника при высоких скоростях движения электроваза под действием встречного воздушного потока на приводе токоприемника установлено предохранительное устройство — замок (рис. 173). При отсутствии сжатого воздуха в пневматическом приводе токоприемника защелка 5 под действием пружины 3 блокирует шток 6 привода, и токоприемник подняться не может. Впуск сжатого воздуха происходит одновременно в пневматический привод токоприемника и в цилиндр 2. Под действием сжатого воздуха поршень 1 поднимется вверх и сожмет пружину 3. Шток 4 повернет защелку 5 и освободит шток 6 пневматического привода, при этом токоприемник может свободно подняться.

Основные технические данные токоприемника 2SLS-1 следующие:

Номинальное напряжение	25 кВ
Номинальный ток	400 А
Максимальная рабочая высота	1600 мм
Минимальная	250 »
Максимальная высота подъема	1800 мм
Максимальная высота в сложенном состоянии от опорной поверхности изолятора накладок	620 »
Длина полоза, покрытого контактными накладками	1270 »
Нажатие на контактный провод.	
при подъеме	6,5—9 кгс/см ²
при опускании	8—10,5 »
Номинальное давление воздуха в пневматическом цилиндре	4,7 »
Минимальное давление воздуха в пневматическом цилиндре	2,4 »
Масса токоприемника	320 кг

Токоприемник обеспечивает нормальный токосъем при движении электровоза со скоростью до 160 км/ч при высоте контактного провода над уровнем головок рельсов 5500—6800 мм. Конструкция токоприемника допускает подъем и опускание его при движении электровоза во всем диапазоне скоростей 0—160 км/ч. Статическая характеристика токоприемника 2SLS-1 приведена на рис. 174.

При осмотре токоприемника надлежит: проверять состояние и подвижность его полозов; вручную поднять и опустить токоприемник, убедиться в свободности хода и отсутствии заеданий в шарнирных соединениях; периодически проверять с помощью динамометра нажатие полоза на контактный провод; при необходимости произвести регулировку нажатия путем изменения давления подъемных пружин.

При давлении 5 кгс/см² убедиться в отсутствии утечек в пневматическом приводе. Проверить целостность верхних и нижних рам. Поврежденные шунты заменить. Измерить толщину угольных вставок (допускается не менее 10 мм). Угольные вставки с трещинами заменить. Проверить крепление угольных вставок, ослабшие болты закрепить. Опорные изоляторы, а также изолятор привода протереть техническими салфетками, смоченными в бензине.

§ 52. ГЛАВНЫЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ

Для защиты силовых цепей электровоза, а также для отключения от контактной сети в цепи регулировочной обмотки тягового трансформатора установлен главный выключатель ГВ. При отключении ГВ во время движения электровоза прекращается тяговый режим и останавливаются вспомогательные машины.

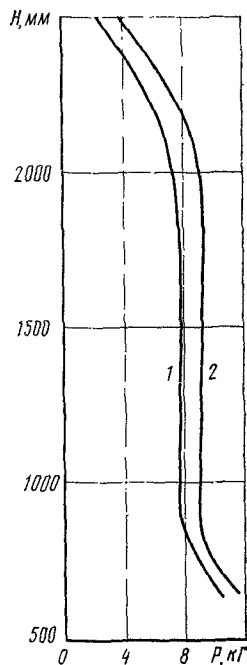


Рис 174. Статическая характеристика подъема (1) и опускания (2) токоприемника

На электровозах ЧС4 и ЧС4^Г в качестве главного выключателя используется воздушный однополюсный выключатель с разрывной мощностью 250 мВА при номинальном напряжении 25 кВ, частоте восстанавливающего напряжения не более 2 кГц и давлении сжатого воздуха 9 кгс/см². На электровозах до ЧС4-212 применяются ГВ типа 2DVV-25A1 (рис. 175), на электровозах последующих выпусков (в том числе на ЧС4^Г) — 2DVV-25A2 с несколько измененной системой управления.

Главный выключатель установлен на крыше электровоза. Расположенные на внешней стороне корпуса ГВ его элементы рассчитаны для работы на открытом воздухе, а расположенные внутри корпуса и под крышей электровоза — только для работы в закрытом помещении.

ГВ состоит из следующих основных частей: опорной плиты с рамой, дугогасительной камеры с разрывными контактами, разъединителя с пружинно-пневматическим приводом, резервуара для сжатого воздуха, управляющих элементов и реек с зажимами. Для привода выключателя и гашения дуги, образующейся на главных контактах при их размыкании, используют сжатый воздух.

Токоведущая цепь ГВ включает в себя разрывные контакты, расположенные в дугогасительной камере, и разъединитель, который отключает и заземляет уже обесточенную цепь.

Процесс отключения выключателя состоит из трех последовательных операций: размыкание разрывными контактами силовой цепи под нагрузкой, размыкание разъединителя и повторное замыкание разрывных контактов. Каждая последующая операция начинается только после завершения предыдущей. Таким образом, разрывные контакты всегда замкнуты как при включенном, так и при отключенном главном выключателе. Они размыкаются только в процессе отключения ГВ. При

отключении разъединителя одновременно происходит заземление силовой цепи электровоза. Токоведущая цепь, находящаяся под высоким напряжением, изолирована от корпуса ГВ фарфоровыми высоковольтными изоляторами.

Опорная плита 2 корпуса выключателя, отлитая из алюминия, укреплена четырьмя болтами на крыше электровоза. Она предназначена для монтажа всех основных узлов ГВ.

На плите установлены два опорных фарфоровых изолятора 4 и 8, поддерживающих дугогасительную камеру 6. Опорный изолятор 8 полый и предназначен как для опоры дугогасительной камеры 6, так и для подачи в нее сжатого воздуха из резер-

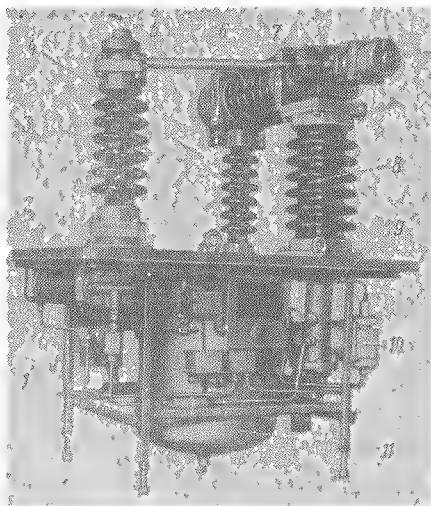


Рис. 175. Главный выключатель 2DVV-25A1

вуара 11. В состоянии покоя (при неработающей камере) полость изолятора вентилируется постоянно струей воздуха малого давления. На плите также установлен разъединитель, состоящий из поворотного изолятора 3, ножа 5 и контактной головки 7.

Поворотный изолятор может поворачиваться в установленных на опорной плите подшипниках. От пневматического привода 1 через рычажно-кулисную передачу движение передается на поворотный изолятор, и тем самым осуществляется выключение или включение ножа разъединителя в контактной головке.

Контактная головка 7 укреплена на амортизаторе дугогасительной камеры и покрыта двумя круглыми крышками из алюминиевого листа. Конструкция головки гарантирует надежное включение и выключение ножа разъединителя при любых климатических условиях. Ее контакты медные, покрытые серебром.

На опорной плите корпуса ГВ установлен кронштейн (на рис. 175 не показан), соединенный с корпусом электровоза и предназначенный для заземления ножа разъединителя при выключенном положении ГВ.

Под опорной плитой расположен резервуар 11 емкостью 55 л; имеется также дополнительный резервуар емкостью 57 л. Общий объем резервуаров таким образом составляет 112 л.

Воздушные резервуары предназначены для накопления сжатого воздуха, необходимого для приведения в движение пневматического привода разъединителя и гашения электрической дуги в дугогасительной камере, а также для перемещения расположенного в ней подвижного контакта. Резервуары изготовлены из сварных листов и рассчитаны для работы при номинальном давлении 9 кгс/см². Для спуска конденсата из бака предусмотрено отверстие с пробкой. На цилиндрической части бака на фланце установлен впускной клапан.

Под опорной плитой установлены также пневматический привод 1, предназначенный для включения и выключения разъединителя; главный (гасящий) клапан 9, пусковой (каскадный) вентиль 10 для подачи сжатого воздуха из резервуара в дугогасительную камеру; электропневматические вентили; обратный клапан, препятствующий выходу воздуха из резервуара при снижении давления в пневматической системе электровоза; предохранительный клапан; рейка с зажимами и сигнальный переключатель с контактами.

Дугогасительная камера (рис. 176) установлена горизонтально на двух опорных изоляторах. Она выполнена в виде полого фарфорового изолятора, через который подается сжатый воздух. Применен принцип одностороннего дутья, что способствует быстрому и надежному выключению. Внутри дугогасительной камеры расположены неподвижный 4 и подвижной 15 контакты, поршень 7 подвижного контакта и гидравлический амортизатор 9. Неподвижный контакт 4 выполнен в виде медной трубки, ввернутой в медную плиту 17, которая установлена между фланцем изолятора 3 и силиuminовым колпаком 1. С внутренней стороны колпака укреплена стальная вставка 2. Медная трубка служит для выхлопа потока деионизированного воздуха из пространства, в котором происходит гашение дуги. На другом конце медной трубки закреплено медное контактное сопло 16, покрытое слоем серебра, предназначенное

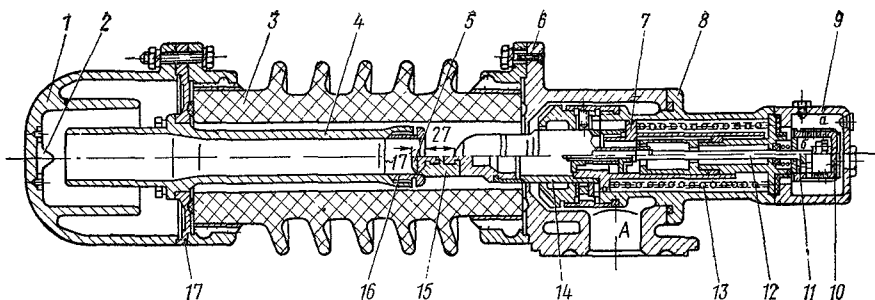


Рис. 176. Дугогасительная камера главного выключателя

для обеспечения надежного контакта. Подвижный контакт 15 прижимается к неподвижному пружиной 13, которая одним концом опирается на фланец центрирующей вставки амортизатора 9 и другим концом на фланец полого поршня 7. Поршень передвигается в бронзовом цилиндре 8 подвижного контакта. Между поршнем и цилиндром помещено бронзовое поршневое кольцо, обеспечивающее хороший электрический контакт. На поршень навинчен полый цилиндр 14 с шаровым контактом 15. На конце подвижного контакта припаяна вставка 5 со сферической контактной поверхностью из тугоплавкого материала (элмета). Вставка способствует уменьшению обгорания медного наконечника при образовании дуги.

Гидравлический амортизатор 9 предназначен для смягчения ударов подвижного контакта при перемещении его в крайние положения. Одновременно это устройство служит для возвращения подвижного контакта дугогасительной камеры в исходное включенное положение после окончания дугогасительного процесса и для обеспечения необходимого контактного давления.

При отключении ГВ подвижной контакт приводится в движение сжатым воздухом, который поступает из горловины А корпуса 6 под поршень 7. Сжатый воздух, воздействуя на поршень 7, преодолевает силу нажатия пружины 13 и приводит в движение подвижной контакт. Поршень подвижного контакта, пройдя определенный путь, упирается в упор, соединенный со штоком 12 поршня амортизатора 9. С этого момента перемещение подвижного контакта тормозится гидравлическим амортизатором, при этом движение подвижного контакта происходит только за счет перемещения поршня 11 во внутренней втулке 10 амортизатора. Камеры а и б амортизатора соединены между собой отверстиями для пропуска тормозной жидкости.

Движение поршня амортизатора тормозится за счет того, что тормозная жидкость, находящаяся перед поршнем 11, при его движении протекает через калиброванное отверстие в поршне и далее поступает из камеры б в камеру а амортизатора, при этом в камере а происходит сжатие воздуха за счет увеличения объема тормозной жидкости.

При обратном движении поршня амортизатора жидкость из камеры а возвращается в камеру б и далее под поршень 11, при этом давление в камере а снижается до первоначального.

Для гашения дуги, образующейся при размыкании контактов, используется сжатый воздух. Он поступает из воздушного резервуара, интенсивно охлаждает электрическую дугу и выдувает образовавшиеся при ее горении ионизированные газы через контактное сопло 16 и внутреннюю полость трубки 4 неподвижного контакта в колпак 1 и далее через выхлопные отверстия в атмосферу. Это способствует быстрой деионизации камеры и гашению дуги за 0,01—0,02 с.

После окончания дугогасительного процесса пружина 13 возвращает подвижной контакт в исходное положение и обеспечивает необходимое контактное нажатие. Величина контактного нажатия составляет около 45 кгс. Для обеспечения расчетного контактного нажатия необходимо, чтобы зазор между контактами был равен 27 мм. Зазор создается регулировочным кольцом подвижного контакта.

Подачу сжатого воздуха из резервуара в дугогасительную камеру осуществляет главный гасящий клапан (рис. 177). Он управляется пусковым клапаном, на который в свою очередь воздействует выключающий электропневматический вентиль. Корпус 4 главного клапана соединен болтами с фланцем воздушного резервуара и своей горловиной входит за пределы фланца внутрь воздушного резервуара.

В корпусе главного клапана помещена втулка 8, в которой перемещается шток 5 из нержавеющей стали. На штоке с одной стороны укреплен стальной диск 6 и с другой — поршень 10 из силумина с бронзовым поршневым кольцом 1. Под действием пружины 2 и давления

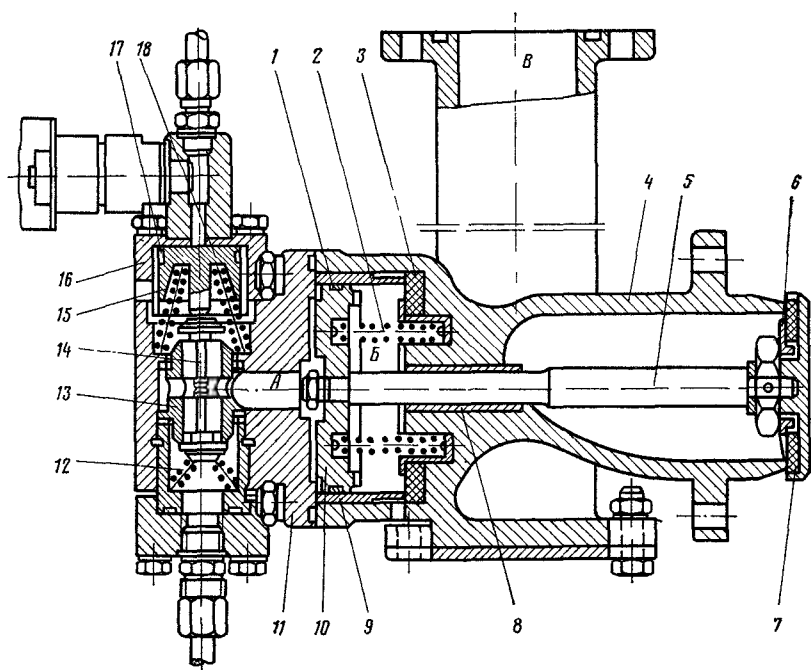


Рис. 177. Главный и пусковой клапаны главного выключателя

сжатого воздуха в резервуаре к торцу корпуса 4 прижимается через резиновое уплотнение 7 стальной диск 6, плотно закрывая главный клапан и препятствуя выходу воздуха из резервуара в полость В опорного изолятора. Резиновый амортизатор 3 предназначен для смягчения ударов поршня 10 о корпус 4 при открытии клапана. Поршень 10 перемещается во втулке 9. Он находится в крайнем левом положении, когда камера В в поршневом цилиндре соединена с атмосферой.

На крышке 11 корпуса главного клапана четырьмя болтами укреплен пусковой клапан, соединенный трубкой с воздушным резервуаром ГВ. В корпусе 16 помещен направляющий клапан 13; клапан 14 из нержавеющей стали удерживается в верхнем положении пружиной 12. В таком положении этого клапана камера А соединяется с атмосферой.

При поступлении сжатого воздуха от выключающего электропневматического вентиля через отверстие в корпусе 16 поршень 18 из нержавеющей стали с уплотнительным кольцом 17 передвигается и пружиной 15 удерживается в верхнем положении. При этом сжатый воздух поступает в полость А, передвигая поршень 10 вправо и открывая доступ из резервуара переключателя в полость опорного изолятора и дугогасительную камеру.

Вентиляция внутренней полости опорного изолятора и дугогасительной камеры осуществляется сжатым воздухом. Давление воздуха указывает манометр 6, установленный в нижней части влагоотделителя (рис. 178), предназначенного для очистки вентиляционного воздуха. Давление воздуха для вентиляции внутренних полостей изоляторов должно быть 5 кгс/см^2 , его регулируют болтом 8. Влагоотделитель через муфту 1 с гайкой соединен с воздушным резервуаром, давление воздуха в котором контролируют по манометру 3. К влагоотделителю присоединен предохранительный клапан 2.

Воздух из резервуара поступает в вертикальный канал 10. В середине канала находится стальное кольцо 9 с войлочным уплотнением и фильтрами из тонкого слоя раскрошенного кварца. В трубе 4 расположен фильтр 5 для очистки воздуха, состоящий из слоя кварца. Пробка 7 предназначена для спуска влаги. Общий расход воздуха для вентиляции 50 л/ч.

Пневматический привод разъединителя (рис. 179) установлен под опорной плитой ГВ. В алюминиевый цилиндр 1 вставлена бронзовая втулка 2, в которой перемещается алюминиевый поршень 9, переходящий в поршне-

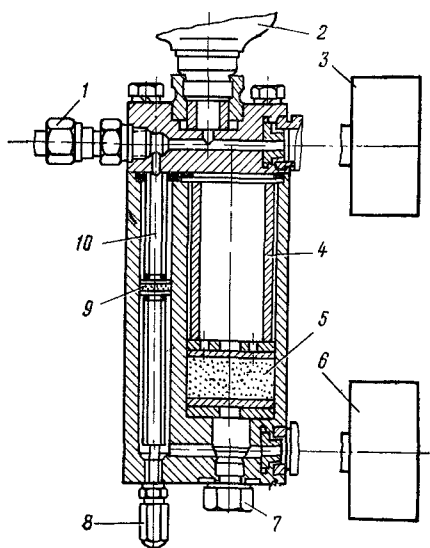


Рис 178. Влагоотделитель

вой стержень. Поршень в цилиндре уплотнен бронзовым кольцом. В середине поршневого стержня имеется цапфа 8, выступающая из цилиндра и снабженная роликом, который переводит поступательное движение поршня во вращательное движение разъединителя при помощи рычага кулисы 7. В крайних положениях разъединитель фиксирует пружина 4, расположенная на тяге 3, которая соединена с рычагом 5 поворотной цапфы 6.

Отключение главного выключателя производится либо нажатием кнопки «Выкл. ГВ» на пульте управления электровозом (оперативное отключение), либо происходит под действием аппаратуры защиты (автоматическое отключение).

Включение главного выключателя происходит следующим образом (рис. 180). При подаче напряжения на катушку включающего электропневматического вентиля 10 сердечник вентиля откроет пусковой клапан и сжатый воздух из резервуара 1 по трубке диаметром 8/6 мм поступит в цилиндр привода разъединителя со стороны правого поршня. Одновременно сжатый воздух попадает в выпускной клапан 4, который соединяет пространство под левым поршнем привода с атмосферой. Поршни в приводе переместятся в крайнее левое положение, поворотный изолятор кулисным механизмом 9 поворачивается и разъединитель включается.

С приводом разъединителя связаны блок-контакты ГВ. Один из них после включения разъединителя прерывает цепь включающей катушки 11, клапаны вентиля под действием

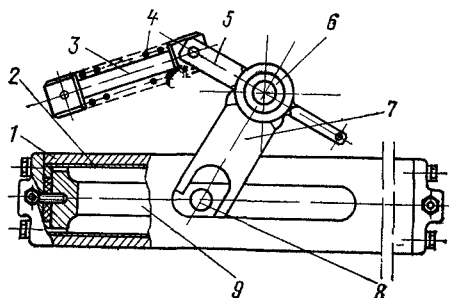


Рис. 179. Пневматический привод разъединителя

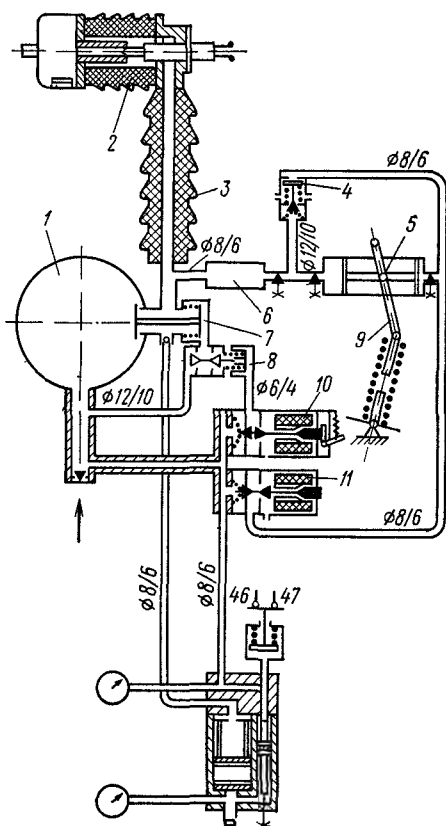


Рис. 180. Пневматическая схема управления главным выключателем и разъединителем

пружины перемещаются вправо, в результате чего правая полость цилиндра соединяется с атмосферой. Разъединитель остается включенным благодаря фиксирующему воздействию пружины.

Отключение главного выключателя происходит при прекращении питания выключающего электропневматического вентиля 10, когда сжатый воздух из резервуара 1 поступит под поршень пускового (каскадного) клапана 8, который в свою очередь откроет доступ воздуха под поршень главного гасящего клапана 7. Сжатый воздух из резервуара через полый изолятор 3 поступит в дугогасительную камеру 2, где происходит отключение контактов. Возникающая при этом электрическая дуга растягивается и выдувается в атмосферу. Одновременно сжатый воздух поступит из резервуара в пневматический привод 5 разъединителя. Для того чтобы контакты разъединителя размыкали обесточенную цепь, т. е. после погасания дуги в дугогасительной камере, предусмотрено замедленное наполнение воздухом пневматического привода, для чего установлена камера 6. Поршень привода, а следовательно, и нож разъединителя при размыкании начинают движение с задержкой на 0,03—0,04 с относительно начала движения дугогасительных контактов.

Вместе с изолятором разъединителя поворачиваются сигнальные сегменты. Четырехгранный вал, на котором они расположены, приводится во вращение с помощью рычага, установленного на кулисе пневматического привода разъединителя.

Подсоединение цепи управления ГВ к низковольтным цепям электровоза осуществляется на рейке зажимов, смонтированной под опорной плитой выключателя.

Технические данные главных выключателей 2DVV-25A1 и 2DVV-25A2 следующие:

Номинальное напряжение	25 кВ
Длительный ток	400 А
Номинальный ток отключения	10000 »
Кратковременный ток отключения при к. з.	25000 »
Диапазон рабочих давлений сжатого воздуха	6,5—9 кгс/см ²
Разрывная мощность при давлении 9 кгс/см ²	250 мВА
Собственное время отключения	0,04 с
Номинальная мощность вентиля:	
включающего	150 Вт
выключающего	10 »
Напряжение цепей управления	48 В
Масса выключателя	275 кг

В процессе эксплуатации главный выключатель должен подвергаться периодическим осмотрам не реже одного раза в 3—4 дня. При его осмотре следует обращать внимание на чистоту и целостность изоляторов. Ножи разъединителя не должны иметь следов оплавления. Зачистку ножей и контактов контактной головки следует производить наждачным полотном. После зачистки ножи протереть технической салфеткой, смоченной в бензине, затем смазать техническим вазелином.

Изоляторы также протереть техническими салфетками. Контрольным ключом проверить затяжку болтов, фланцев, изоляторов, надежность контактов разъединителя в крайних положениях. Внимательно осмотреть состояние аппаратуры управления главным выключателем.

Стрелка нижнего манометра не должна находиться ниже красной отметки $1,2 \text{ кгс/см}^2$. Если она стоит на делении 0, необходимо сменить или прочистить фильтр продувки. Следует убедиться в отсутствии утечки воздуха.

Значительное обгорание контактов разъединителя свидетельствует об ослаблении контактного нажатия или о наличии причин, вызывающих нарушения временной связи в отключении ножей разъединителя по отношению к контактам в дугогасительной камере.

Не реже одного раза в 1,5 месяца ГВ следует подвергать периодической ревизии. При этом необходимо: произвести весь объем работ, предусмотренный технологическими картами; вскрыть дугогасительную камеру; проверить чистоту внутренних поверхностей изоляторов, состояние контактов. При незначительном их оплавлении произвести зачистку, при значительном повреждении заменить контакты.

После окончания периодической ревизии проверить работу ГВ при действии электропневматических вентилях, реле давления, а также при действии защит. Смазать трущиеся детали слоем смазки ЦИАТИМ-201.

Во время подъемочного ремонта, но не реже одного раза в год ГВ нужно подвергать капитальной ревизии, при этом производить его полную разборку. Проверить состояние всех деталей с тщательной очисткой их от грязи. В случае необходимости произвести ремонт или замену отдельных деталей.

Испытания ГВ надлежит производить на стенде проверки и регулировки аппаратов переменного тока. При этом необходимо:

испытать при оперативном отключении и включении, при автоматическом отключении, для чего надлежит подать импульс тока на катушку импульсного выключающего электропневматического вентиля при давлении в воздушном резервуаре 9 кгс/см^2 , при этом время от размыкания контактов в дугогасительной камере до размыкания контактов разъединителя должно быть $0,03—0,035 \text{ с}$. При проверке пневматической системы определить утечки воздуха. При давлении 9 кгс/см^2 снижение давления в резервуаре за счет утечек не должно превышать 1 кгс/см^2 за 1 ч или $0,1 \text{ кгс/см}^2$ за 6 мин;

проверить работу электропневматических вентилях при давлении 9 кгс/см^2 и напряжении 33 В, надежность выключения и включения ножа разъединителя при давлении $6,5 \text{ кгс/см}^2$;

проверить и отрегулировать реле давления воздуха, с тем чтобы контакты его замыкались при увеличении давления в резервуаре до $7,2_{-0,2} \text{ кгс/см}^2$ и размыкались при снижении давления в резервуаре до $6,5_{-0,2} \text{ кгс/см}^2$;

испытать электрическую прочность изоляции переменным током в течение 1 мин при напряжении 60 кВ и цепи управления при напряжении 1 кВ.

§ 53. БЛОК РАЗЪЕДИНИТЕЛЕЙ ТОКОПРИЕМНИКОВ С ЗАЗЕМЛИТЕЛЕМ

Блок разъединителей 2ДВО25 с заземлителем предназначен для видимого разрыва цепи при отсоединении одного из обоих токоприемников и рассчитан на отключение только обесточенных цепей. Одновременно с отсоединением происходит заземление отключаемого токоприемника.

Принципиально разъединители представляют собой однополюсные переключатели рубящего типа с ручным приводом. Блок разъединителей 2ДВО25 с заземлителем (рис. 181, а) смонтирован на четырехугольной опорной металлической плите 2, установленной в люке на крыше электровоза. Плиту к крыше крепят шпильками М16. Для уплотнения плиты применяют резиновую прокладку. Сверху на плите имеются три фарфоровых изолятора: на двух изоляторах — поворотных 3 находятся подвижные ножевые контакты 5, на третьем — неподвижном изоляторе 7 установлены две контактные головки 6 с медными контактами. Такая же пара контактных головок укреплена на металлической заземляющей консоли 8. Под плитой расположен пружинный привод разъединителей. Для удобства включения и отключения разъединителей обе управляющие рукоятки 1 находятся на одной оси. Верхняя рукоятка связана с левым, нижняя — с правым поворотным изолятором. Фиксацию включенного и отключенного положения разъединителей обеспечивают пружины 10. Снизу к опорной плите крепят блок-контакты, включенные в цепь электропневматических вентилей токоприемников. Силовое электрическое соединение подвижных ножевых контактов разъединителей с неподвижными головками 4 осуществляется через S-образные пружинные контакты (рис. 181, б). Неподвижные головки 4, а также контактные головки разъединителей связаны с силовой цепью электровоза гиб-

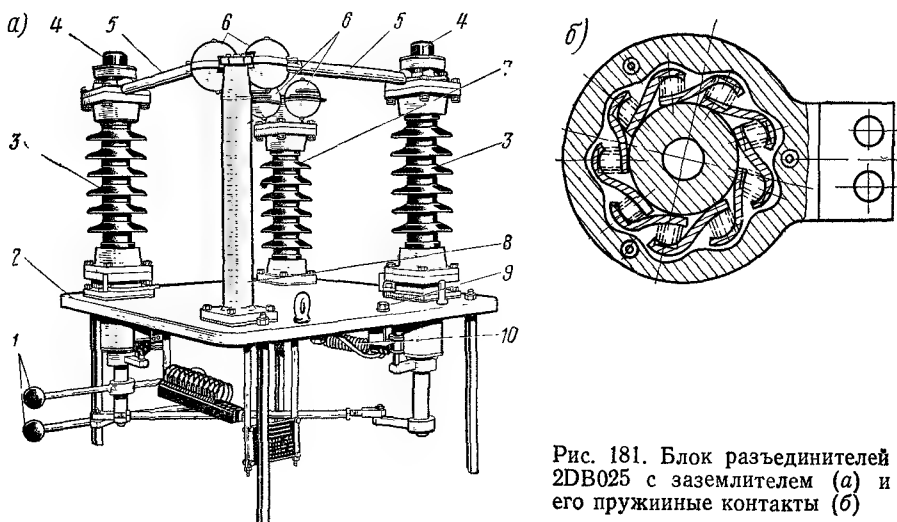


Рис. 181. Блок разъединителей 2ДВО25 с заземлителем (а) и его пружинные контакты (б)

кими медными шунтами. Заземление консоли 8 с контактными головками 6 выполнено с помощью заземляющего болта 9.

Основные технические данные блока разъединителей 2ДВО25 следующие:

Номинальный ток	400 А
Номинальное напряжение	25 кВ
Масса	110 кг
Габаритные размеры	800×800×742 мм

Надежная работа блока разъединителей 2ДВО25 с заземлителем сильно зависит от состояния контактных поверхностей. Загрязнение или окисление их, а также недостаточное контактное давление значительно увеличивают переходное сопротивление, что при работе электровагона может вызывать перегрев контактов. Поэтому при загрязнении поверхностей контактов их следует зачистить и смазать специальным контактным или техническим вазелином. Зимой необходимо очищать контактные поверхности от льда.

Важное значение имеет состояние крепежных деталей, особенно у токоведущих частей. Все гайки, болты и винты должны быть тщательно затянуты и заstopорены. Особое внимание следует обратить на хорошую токопроводность заземляющих деталей.

Поверхность изоляторов должна быть чистой, нарушение глазури и сколы фарфора не допускаются. Периодически необходимо протирать изоляторы техническими салфетками, смоченными в бензине. Пружинный привод в установленные сроки следует смазывать смазкой SP2.

§ 54. ВЫСОКОВОЛЬТНЫЙ РАЗРЯДНИК

Для защиты электрического оборудования от атмосферных перенапряжений служит высоковольтный разрядник. На электровазоне ЧС4 установлен разрядник РВЭ-25 советского производства. Его основным элементом является комплект искровых промежутков. Для равномерного распределения напряжения вдоль комплекта искровых промежутков служат высокоомные нелинейные сопротивления.

Разрядник РВЭ-25 (рис. 182) собран в фарфоровом кожухе 3 и герметизирован с помощью кольцевых резиновых уплотнителей 1. В верхней и нижней частях кожуха армирован силуминовыми фланцами 2, 7. Рабочее сопротивление разрядника состоит из трех параллельных коло-

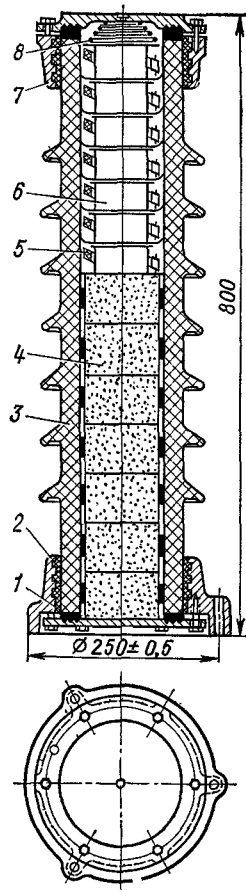


Рис. 182. Высоковольтный разрядник РВЭ-25

нок вилитовых дисков 4 диаметром 70 мм и общей высотой 420 мм. Торцы дисков покрыты алюминием, а боковая поверхность — изолирующей обмазкой.

Высокоомные шунтирующие сопротивления 5 имеют подковообразную форму и обхватывают искровые промежутки снаружи. Стопка вилитовых дисков и искровых промежутков сжимается сильной стальной пружиной 8.

Многократный искровой промежуток 6 собран из 28 единичных искровых промежутков, составляющих семь комплектов. Единичный искровой промежуток состоит из двух тарельчатых латунных электродов, разделенных дистанционной миканитовой прокладкой.

Основные технические данные разрядника РВЭ-25 следующие:

Номинальное напряжение	25 кВ
Наибольшее допустимое напряжение . . .	29 »
Пробивное напряжение при частоте 50 Гц	
не менее	58 »
не более	70 »
Импульсное пробивное напряжение при	
предразрядном времени 1,5—2 мкс, не	
более	100 »
Остающееся напряжение при импульсном	
токе 3000 А, не более	91 »
Ток проводимости при напряжении 28 кВ .	500—620 мкА
Масса разрядника	46 кг

§ 55. БЛОК РЕВЕРСОРА С ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯМИ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ТЯГОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

Изменение направления движения и отключение тяговых двигателей на электровозах ЧС4 осуществляют с помощью блока 11PR реверсора с переключателем режимов работы тяговых двигателей (X — O — «Ход — Отключено»). На электровозах до ЧС4-012 и электровозах ЧС4^т указанные функции выполняет конструктивно подобный блок (тип РРА1), который, кроме того, используют для переключения цепей электровоза из тягового режима в режим реостатного торможения (X — T — «Ход — Торможение»). В связи с этим блок типа РРА1 имеет большее число силовых контактов. Принципы действия блоков 11PR и РРА1 аналогичны, поэтому рассмотрим устройство и работу только блока 11PR (рис. 183).

Реверсор включен в цепь обмоток возбуждения тяговых двигателей, а переключатели режимов — в цепи якорей. Принципиально и реверсор, и переключатели являются групповыми переключателями с ножевыми контактами и пневматическим приводом. Они отличаются друг от друга только формой ножей и числом неподвижных контактов. Пневматический привод обоих аппаратов двухпозиционный, поэтому они имеют по два фиксированных положения: реверсор Вп — «Движение вперед» и Нз — «Движение назад», переключатели режимов работы X — «Ход» и O — «Отключено». Реверсором можно управлять вручную с помощью четырехгранника со стороны пневматического привода, а переключателями режимов работы тяговых двигателей —

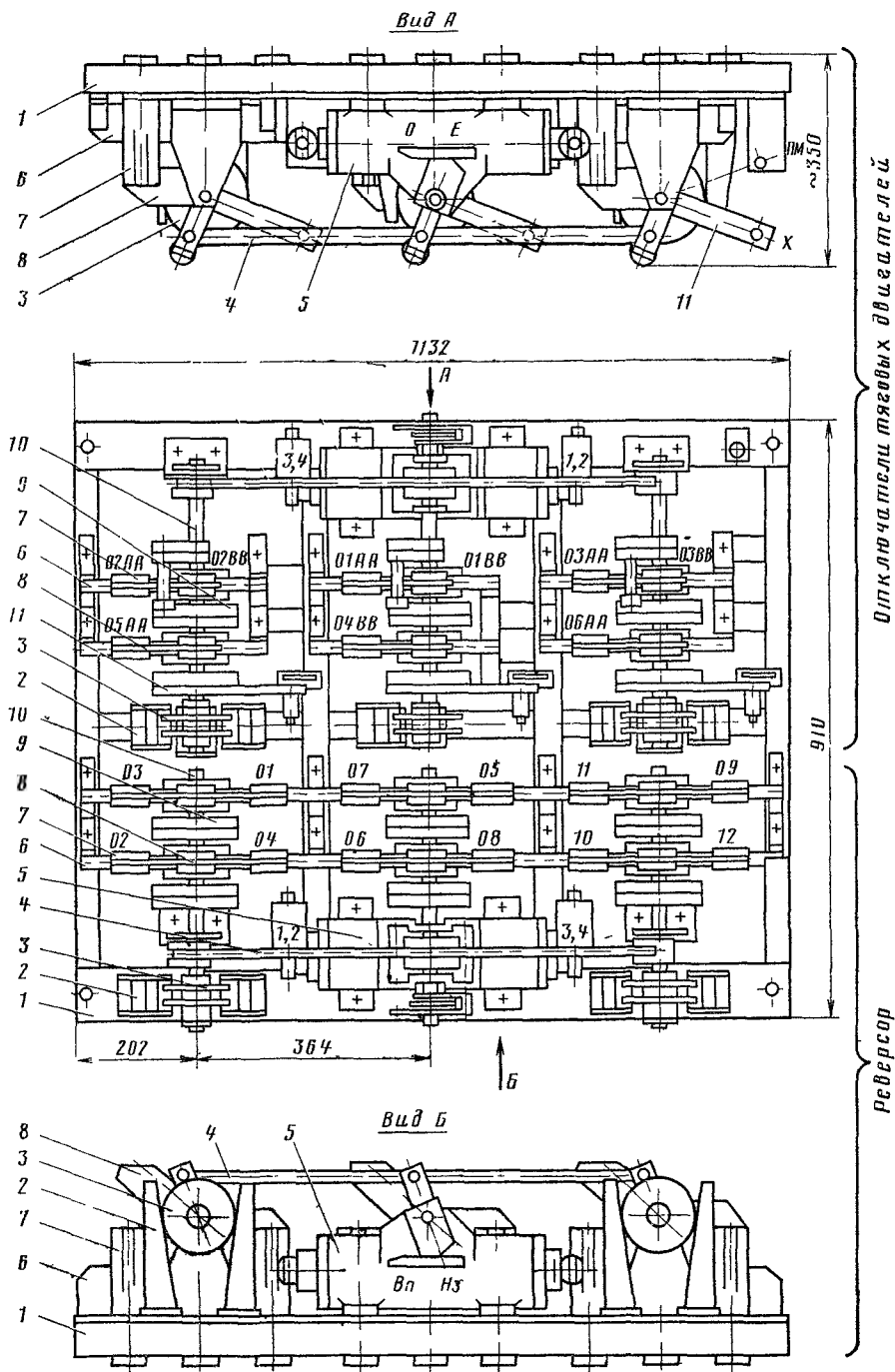


Рис. 183. Блок 11PR реверсора с переключателями режимов работы тяговых двигателей

постановкой в положение *ПМ* (ручное выключение). Так как реверсоры и переключатели режимов работы не имеют дугогасительных устройств, то кулачковые элементы обеспечивают возможность их переключения только при обесточенной силовой цепи электровоза.

Всего на электровозе ЧС4 имеется два блока 11PR (как и на электровозах ЧС4^т — два блока РРА1 — по одному на группу тяговых двигателей каждой тележки. Все детали блока смонтированы на сварном каркасе 1, который установлен вертикально в шкафах в машинном помещении электровоза. В нижней части блока расположен реверсор, в верхней — переключатели режимов работы тяговых двигателей. Конструктивно эти аппараты аналогичны. С пневматическим приводом 5 шарнирно связаны тяги 4, которые поворачивают валы 10 с насаженными на них подвижными ножевыми контактами 8. Соседние ножи соединены между собой изоляционными муфтами 9. Неподвижные контакты 7 укреплены на изоляционных планках 6. На крайние валы реверсора и на все валы переключателей режимов работы насажены бакелитовые кулачковые шайбы 3, замыкающие и размыкающие в определенной последовательности кулачковые элементы 2 типа 5SV, контакты которых включены в цепи управления электровозом.

На валах переключателей режимов работы имеются рукоятки 11, позволяющие отключать каждый тяговый двигатель вручную. При нормальной работе электровоза все разъединители подключены к пневматическому приводу; в этом случае рукоятки находятся в положении *Х* и зафиксированы пружинными кнопками. Если требуется отключить какой-либо тяговый двигатель, то рукоятки устанавливают в положение ручного выключения *ПМ* и фиксируют пружинными кнопками.

Силовые контакты переключателей режимов работы и реверсоров показаны на рис. 184. Сваренный из медной шины нож подвижного контакта 4 во включенном положении входит между пальцами неподвижного контакта 3, также изготовленного из меди. Для обеспечения минимальных электрических потерь контакты покрыты тонким слоем серебра. Контактное давление создается пружинами 11. Для подключения токоведущих шин служат болты 10. Контактные пальцы установле-

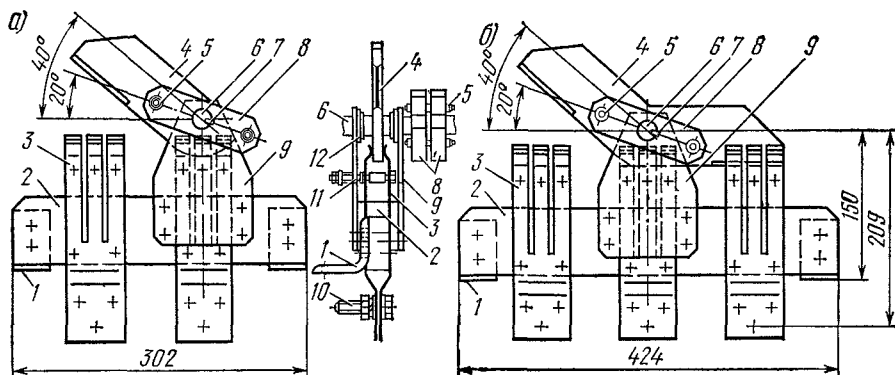


Рис. 184. Силовые контакты переключателей режимов работы тяговых двигателей *Х* — *О* (а) и реверсора (б)

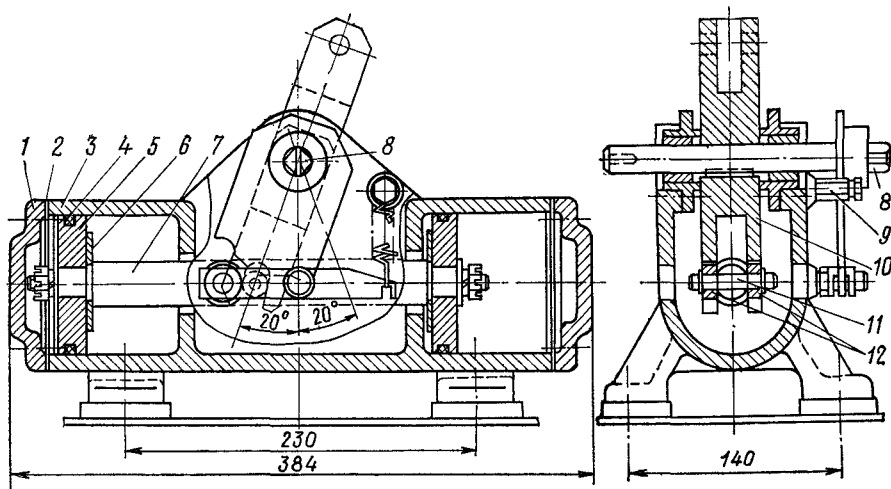


Рис. 185. Пневматический привод реверсора и переключателей режимов работы тяговых двигателей

ны на стеклотекстолитовой изоляционной планке 2, которую с помощью уголков 1 монтируют на каркасе блока. К планке также прикреплены алюминиевые щиты 9, в отверстия которых через втулки 12 вставлены стальные валы 6. На валах шпонками 7 закреплены изоляционные муфты 8 из стеклотекстолита, связанные между собой шпильками 5.

Пневматические приводы (рис. 185) реверсоров и переключателей режимов работы тяговых двигателей одинаковы. Привод состоит из чугунного цилиндра 3, закрытого с двух сторон крышками 1. Для уплотнения рабочих камер привода между цилиндром и крышками проложены клингеритовые прокладки 2. Внутри цилиндра находятся два стальных поршня 5 с резиновыми манжетами 4 и уплотнительными шайбами 6. Поршни соединены между собой стальным штоком 7, к средней части которого шарнирно прикреплена кулиса 10. Для направления кулисы служит цапфа 11 с двумя текстолитовыми роликами 12. Кулиса может отклоняться в обе стороны от вертикальной оси на 20° , поворачивая на такой же угол валы 8 с ножевыми подвижными контактами; положение кулисы определяется поршнями, которые при впуске сжатого воздуха в одну из рабочих камер перемещаются и фиксируются в одном из крайних положений. Подачу сжатого воздуха в левую или правую рабочие камеры по трубкам 9 производят два электропневматических вентили 8VZ (VTM2 — на электровозах начиная с ЧС4-162).

Технические данные блоков 11PR и PPA1 следующие:

Номинальное напряжение силовых контактов	1200 В
Длительно допустимый ток силовых контактов	1250 А
Испытательное напряжение по отношению к каркасу	5400 В
Контактное нажатие	4 кгс $\pm 10\%$
Номинальное напряжение цепи управления	48 В
Номинальный ток блок-контактов	6 А
Номинальное давление сжатого воздуха	3,5 кгс/см ²

§ 56. РЕЗИСТОРЫ ОСЛАБЛЕНИЯ ПОЛЯ

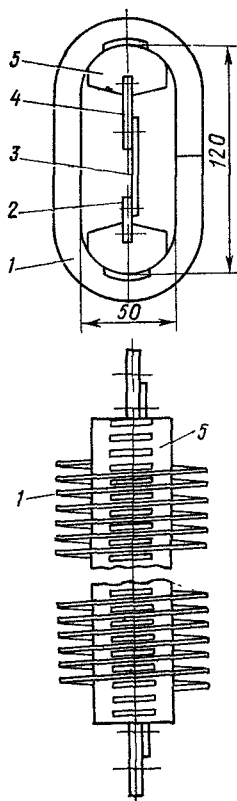


Рис. 186 Элемент резистора ослабления поля

Шунтирование обмоток возбуждения тяговых двигателей осуществляют фехралевыми резисторами, собранными в блоки 12RSL. В каждом блоке имеется семь нерегулируемых и один регулируемый резистор. Элементы резисторов закреплены на металлических каркасах в отдельных шкафах. Охлаждение резисторов принудительное воздушное.

Отдельный элемент резистора (рис. 186) представляет собой спираль 1 из фехралевой ленты, намотанной на ребро и укрепленной на керамических стеатитовых изоляторах 5 в виде гребенки. Витки спирали зафиксированы канавками изоляторов, закрепленных на штампованных из листовой стали держателях. Верхний 4 и нижний 2 держатели соединены между собой пластинами 3. Пластины к держателям прикреплены болтами.

Фехралевые резисторы обладают высокой механической прочностью и допускают значительные превышения температуры. Достоинством резисторов из фехраля является и то, что величина их сопротивления при нагревании изменяется незначительно в отличие от чугунных.

Для обеспечения высокой токовой нагрузки ветви резисторов состоят из 3—5 элементов, соединенных параллельно.

Схема соединения резисторов представлена на рис. 187. Резистор А — D для уменьшения величины пульсации тока и улучшения коммутации постоянно подключен параллельно обмотке возбуждения. Резисторы А — В, А — С и А — Е подключаются параллельно тремя трехполюсными контакторами в последовательности, определяемой заданной ступенью ослабления поля. Точный подбор величины сопротивления резисторов А — В, А — С и А — Е с учетом сопротивления подводящих кабелей осуществляют с помощью регулируемых резисторов, включенных последовательно с ними.

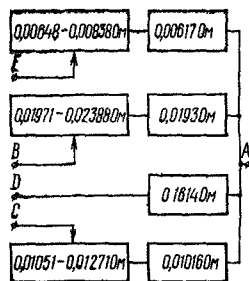


Рис. 187. Схема соединения резисторов ослабления поля

§ 57. ТОРМОЗНЫЕ РЕЗИСТОРЫ

Якорь каждого тягового двигателя электроваза ЧС4^г в режиме реостатного торможения подключен на независимую группу тормозных

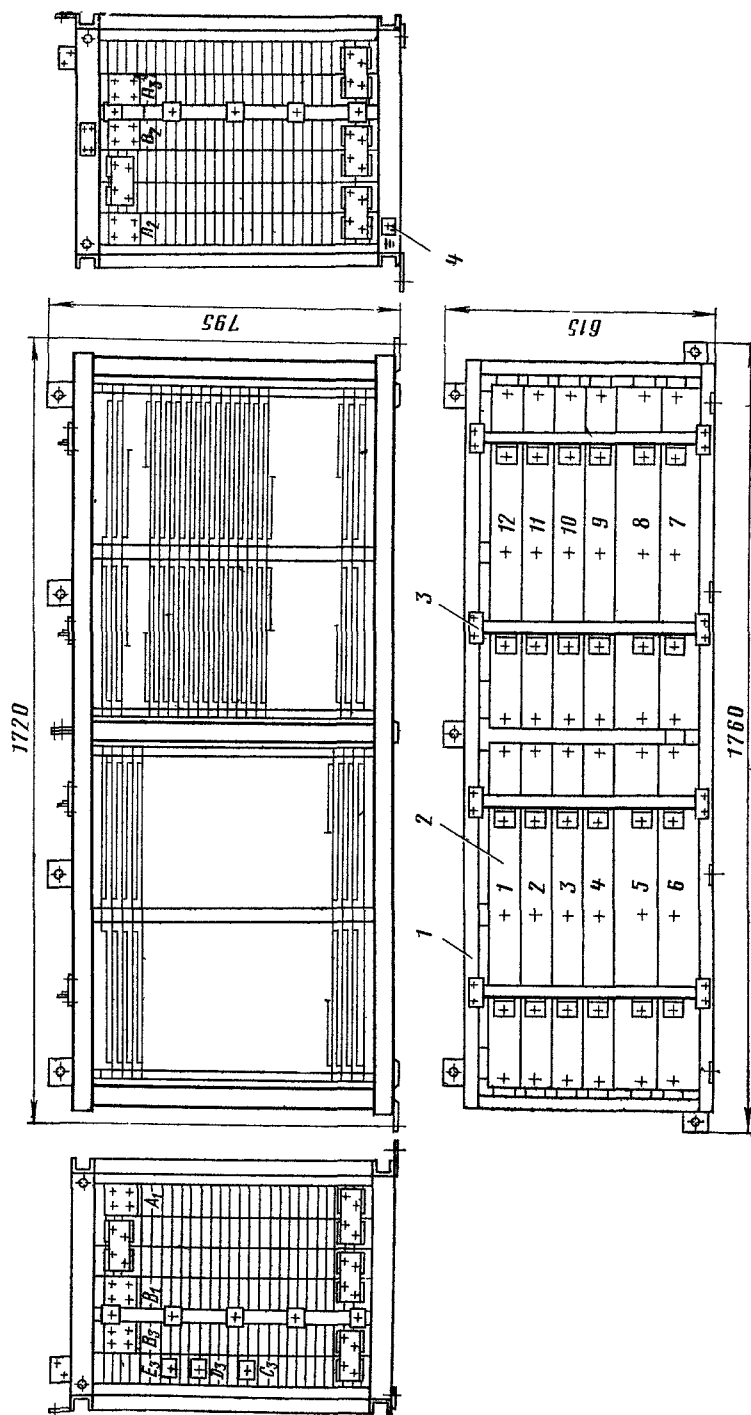


Рис. 188. Блок тормозных резисторов

резисторов. Три таких группы конструктивно объединены в самостоятельный блок 5RBL. На электровозе установлены два одинаковых блока, каждый из которых охлаждается одним одноступенчатым вентилятором. Электродвигатель вентилятора питается от выводов ВЗ—ДЗ одного из тормозных резисторов, специально спроектированного для этого с учетом равномерного распределения момента торможения на все электродвигатели. Такой способ охлаждения тормозных резисторов является рациональным в отношении расхода электроэнергии на собственные нужды электровоза и эффективным, так как мощность вентиляции прямо зависит от нагрузки тормозных резисторов.

Блок тормозных резисторов (рис. 188) состоит из каркаса 1, в котором установлены двумя столбиками двенадцать секций резисторов 2. Каждая секция состоит из нескольких витков непрерывной фехральной ленты сечением $1,2 \times 60$ или 1×60 мм. Для получения необходимой жесткости лента прессуется, что придает ей фасонную форму, которая способствует также лучшему охлаждению ленты. К каркасу 1 прикреплены четыре крепления 3 и заземляющий зажим 4.

Одну группу резисторов образуют четыре секции, которые соединены между собой муфтами. Фехральная лента 1 (рис. 189) подвешена при помощи кронштейнов 2 на трех болтах 3, опрессованных в горячем состоянии ремиканитом. Тепловую компенсацию лент при нагреве обеспечивают овальные отверстия.

Кронштейны изолированы друг от друга вставками 5, отштампованными из прессмассы АГ4-В. Между вставками находятся дистанционные прокладки 4. Изоляционные вставки 5 совместно с прокладками 4 и кронштейнами 2 зажаты при помощи болтов 3 между верхними 6 и нижними 7 плитами.

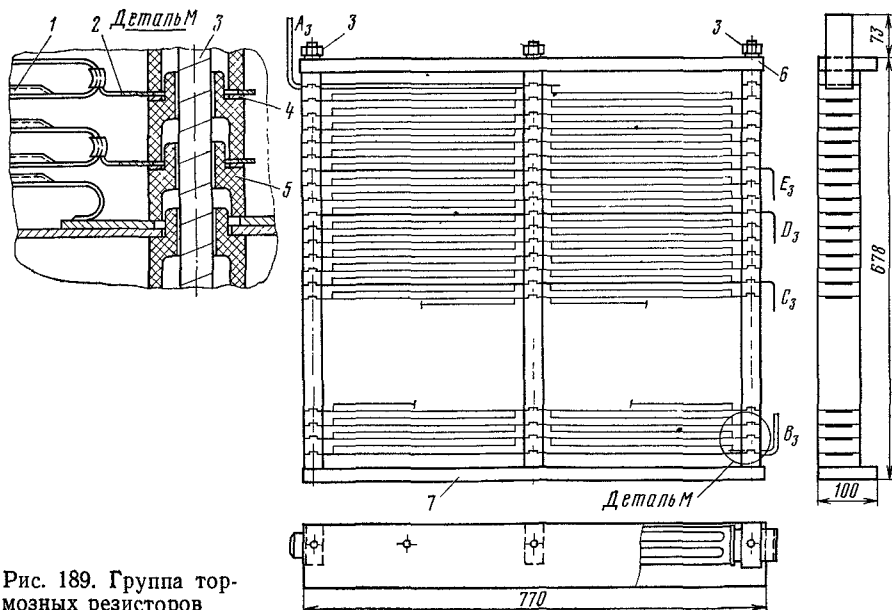


Рис. 189. Группа тормозных резисторов

При мощности потерь в резисторах 2500 кВт температура фехральной ленты достигает 600° С; охлаждающий резисторы воздух при этом нагревается до 200° С.

Для защиты тормозных резисторов от повреждения в случае перегрева в блоке установлена плавкая вставка, которая воздействует на отключение реостатного тормоза при достижении предельного для фехральной ленты превышения температуры.

Основные технические данные блока тормозных резисторов 5RBL следующие:

Номинальная мощность	2500 кВт
Номинальное напряжение	800 В
Величина сопротивления при 20° С между выводами	
А ₁ и В ₁	0,577 Ом ±5%
А ₂ и В ₂	0,577 Ом ±5%
А ₃ и В ₃	0,6112 Ом ±5%
Е ₃ и D ₃	0,0136 Ом ±5%
А ₃ и Е ₃	0,3184 Ом ±5%
D ₃ и С ₃	0,0245 Ом ±5%
С ₃ и В ₃	0,2547 Ом ±5%
Тип фехральной ленты	CH13SV4
Максимально допустимое превышение температуры ленты	600° С
Максимально допустимое превышение температуры изоляторов	204° С
Масса блока	460 кг

§ 58. КОНТРОЛЛЕР МАШИНИСТА

В каждой кабине на пультах управления электровозом смонтировано по одному контроллеру машиниста, которые предназначены для управления аппаратами, связанными с режимом работы электровоза: переключателем ступеней, реверсорами, контакторами ослабления поля тяговых двигателей. С помощью контроллеров машиниста осуществляется также автоматический пуск вентиляторов. На электровозах до ЧС4-012 контроллер машиниста управляет и реостатным торможением.

На электровозах до ЧС4-061 включительно использованы контроллеры 21KR1, а на последующих электровозах ЧС4 и всех ЧС4^т — 21KR2. В связи с тем что контроллеры обоих типов различаются несущественно, рассмотрим контроллер только одного типа.

Контроллер машиниста 21KR1 (рис. 190) кулачкового типа. Он имеет три кулачковых барабана: реверсивный, управления переключателем ступеней и ослабления поля. Реверсивный барабан состоит из вала 7 с пятью кулачковыми шайбами и кулачковыми элементами типа 5SV. Он приводится во вращение через зубчатые конические шестерни от реверсивной рукоятки 5, которая может занимать три фиксированных положения ХВн, О и ХНз. Как у большинства электровозов, реверсивная рукоятка съемная. Снять ее можно только в положении О, при поданном напряжении на катушку электромагнитной защелки 6, которая рычагом 3 осуществляет блокировку реверсивной рукоятки.

Механическая и электрическая части контроллера машиниста 21KR1 смонтированы на сварной раме 1. В торцовых стенках рамы установлены шариковые подшипники, в которых вращаются валы кулачковых барабанов.

Кулачковый барабан управления переключателем ступеней имеет четыре кулачковые шайбы, насаженные на вал 9, а барабан ослабления поля включает в себя три кулачковые шайбы, укрепленные на полом валу, имеющем общую ось с валом 9. Оба вала через зубчатую передачу и вилки связаны с валом штурвала управления 4. Кулачковые шайбы (рис. 191), посаженные на валах, имеют конструкцию, позволяющую изменять программу замыкания и размыкания кулачковых элементов без разборки контроллера машиниста. Основным элементом шайбы является диск 1, к которому болтами крепят сегменты 2, осуществляющие включение и выключение кулачковых элементов 5SV. Штурвал управления имеет два рабочих положения — верхнее и нижнее. В верхнем положении штурвал вращает кулачковый барабан управления переключателем ступеней. В этом случае штурвал имеет пять положений: «+» — автоматический набор; «+1» — набор по одной позиции; X — фиксация позиций (также нулевая позиция); «—1» — сброс по одной позиции; «—» — автоматический сброс.

Положения X и «—» являются фиксированными, а остальные три с самовозвратом в положение X. В верхнем положении штурвал удерживается пружиной. При нажатии штурвала вниз до упора (приблизительно 25 мм) его вал с помощью зубчатой конической шестерни и сегмента соединяется с полым валом. В этом положении вращением штурвала влево можно осуществлять набор позиций ослабления поля тяговых двигателей (электрическая схема обеспечивает включение контакторов ослабления поля, начиная с 26-й позиции переключателя ступеней). Имеются шесть положений штурвала в нижнем положении: X —

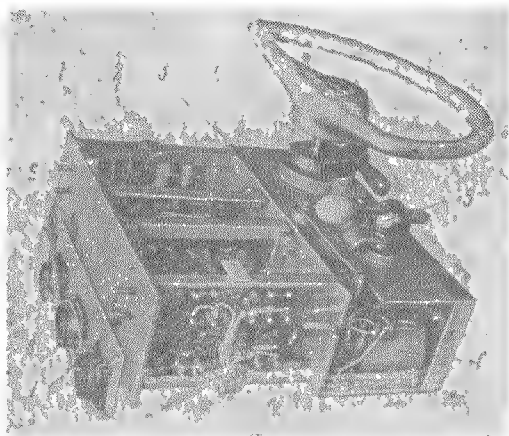


Рис. 190. Контроллер машиниста 21KR1

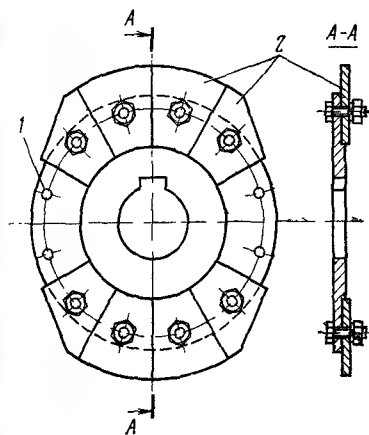


Рис. 191. Кулачковая шайба контроллера машиниста

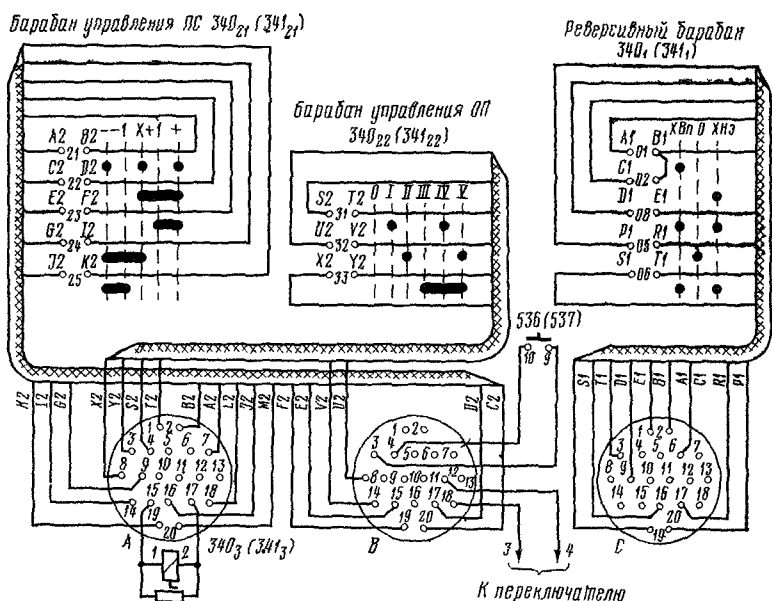


Рис. 192. Схема соединений контроллера машиниста

полное поле; I — V — пять ступеней ослабления поля. Штурвал фиксируется на всех пяти позициях ослабления поля.

Чтобы исключить возможность нарушения нормальной работы цепей управления электровозом, реверсивную рукоятку и штурвал блокируют между собой блокировочными рычагами и дисками со следующими зависимостями:

реверсивную рукоятку можно вставить или снять только при наличии напряжения на катушке электромагнитной защелки и нахождении штурвала в положении X;

повернуть реверсивную рукоятку можно тогда, когда штурвал находится в положении X и катушка электромагнитной защелки под напряжением;

вращение штурвала возможно только при постановке реверсивной рукоятки в положения *XBn* или *XHз*;

штурвал можно нажать вниз только тогда, когда он находится в положении X, а реверсивная рукоятка — в одном из рабочих положений.

Провода от зажимов кулачковых элементов выведены к трем штепсельным разъемам 8 (см. рис. 190), которые соединяют их с цепями управления электровозом. Схема соединения проводов в контроллере приведена на рис. 192.

Технические данные контроллеров машиниста 21KR1 и 21KR2 следующие:

Номинальное напряжение кулачкового элемента	48 В
Номинальный ток кулачкового элемента	6 А

Раствор контактов кулачкового элемента	4 мм
Провал контактов кулачкового элемента, не менее	3 »
Номинальное напряжение электромагнитной защелки	48 В
Номинальная потребляемая мощность электромагнитной защелки	20 Вт
Масса	42 кг
Габаритные размеры	390×390×295 мм

Уход в эксплуатации. Контроллер машиниста нужно регулярно осматривать, причем необходимо особо следить за состоянием контактных элементов. Поверхности контактов должны быть хорошо зачищены, не допускается сильный подгар и оплавление контактов. Следует также контролировать соответствие раствора и провала контактов, а также контактного давления паспортным данным.

Важно, чтобы в подвижных частях контроллера машиниста не было заеданий. В соответствии с картой смазок в установленные сроки необходимо смазывать трущиеся детали и подшипники. Периодически следует проверять исправность механических блокировок; ослабевшие пружины заменять новыми. Крепежные детали должны быть тщательно затянуты.

§ 59. ИНДИВИДУАЛЬНЫЕ КОНТАКТОРЫ

Установленные на электровозе ЧС4 индивидуальные контакторы по системе привода делятся на два типа: электропневматические, используемые в силовой цепи электровоза; электромагнитные, применяемые в цепи вспомогательных машин.

Электропневматические контакторы. Для включения и отключения резисторов ослабления поля тяговых двигателей предназначены электропневматические контакторы 3SB1. На электровозах начиная с ЧС4-062 используют контакторы 3SB3 и 3SB4, конструктивно подобные контакторам 3SB1. В связи с тем что эти контакторы разрывают токи цепей, включенных параллельно обмоткам возбуждения тяговых двигателей, где напряжение мало (не более 10В), они выполнены без дугогашения.

Всего на электровозе имеется шесть контакторов 3SB1, включением которых в различных комбинациях обеспечивается пять режимов ослабления поля тяговых двигателей. Контактор 3SB1 (рис. 193) является трехполюсным контактором постоянного тока, причем к каждой паре контактов подключен один из трех параллельно соединенных тяговых двигателей. Таким образом обеспечивается одновременное включение позиций ослабления поля группы тяговых двигателей каждой тележки. Контактор смонтирован на изоляционной панели 1 из стекло-текстолита, которая четырьмя болтами М12 крепится в шкафу в машинном помещении электровоза. На трех держателях 8 установлены разрезные неподвижные контакты 9. Подвижные контакты 10 также разрезные, укреплены на держателях 7, которые могут поворачиваться на валиках 4, пропущенных через отверстия в рычагах 6. Рычаги в свою

очередь могут вращаться вокруг валиков 3 в кронштейнах 2. Между держателями подвижных контактов и рычагами помещена притирающая пружина 5. Контакты изготовлены из меди, а держатели, рычаги и кронштейны отлиты из бронзы.

Силовые зажимы контактора расположены с задней стороны изоляционной панели и ввернуты в держатели неподвижных контактов и в кронштейны. Чтобы ток от подвижных контактов не проходил к кронштейнам через валики 3 и 4, держатели подвижных контактов соединены с кронштейнами гибкими медными шунтами 11. Рычаги шарнирно соединены с изоляционными тягами 12, связанными стержнем 13 с пневматическим приводом. Пневматический привод состоит из электропневматического вентиля 18 типа 8VZ (VTM2 — на электровозах начиная с ЧС4-162) с воздухо-распределителем 17 типа 5VC. Внутри цилиндра воздухо-распределителя помещены поршень и выключающая пружина. К изоляционным тягам 12 прикреплен кронштейн 14, переключающий с помощью штока 15 блок-контакты 16.

Включение контактора происходит при возбуждении электропневматического вентиля. В этом случае сжатый воздух поступает в цилиндр пневматического привода и перемещает поршень до упора, тяги поднимаются вверх, рычаги и держатели поворачиваются и силовые контакты замыкаются. Переключаются также блок-контакты. При наличии воздуха контактор можно включить вручную нажатием кнопки на вентиле. Отключение контактора происходит после прекращения возбуждения катушек вентиля (или отпускания кнопки), когда сжатый воздух из камеры цилиндра выходит в атмосферу. При этом поршень под действием выключающей пружины возвращается в исходное положение, а силовые контакты размыкаются.

Основные технические данные контакторов ослабления поля 3SB1, 3SB3 и 3SB4 следующие:

Номинальный ток	700 А
Номинальное напряжение	10 В
Разрыв силовых контактов	22 мм
Контактное нажатие	10—12 кгс
Номинальное давление сжатого воздуха	3,5 кгс/см ²
Номинальное напряжение цепи управления	48 В

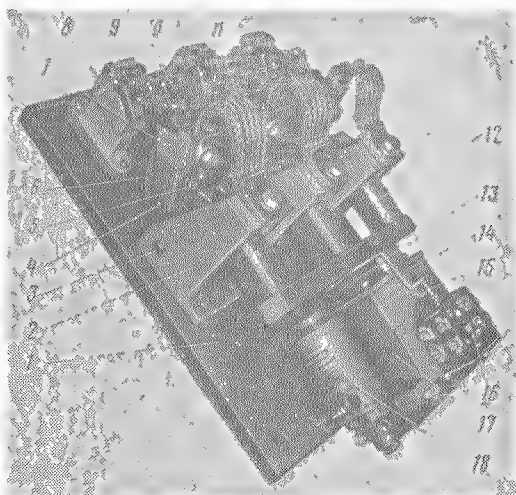


Рис. 193 Электропневматический контактор 3SB1

Номинальный ток блок-контактов	6 А
Испытательное напряжение блок-контактов по отношению к корпусу	1000 В
Масса контактора 3SB1	37,0 кг
То же 3SB3	36,7 »
» 3SB4	38,6 »

Электропневматический контактор 7SP1 (рис. 194) установлен в цепи отопления поезда от электровоза. Так как контактор предназначен для разрыва больших токов при высоком напряжении, он снабжен дугогасительной системой. Принципиально контактор типа 7SP1 является однополюсным контактором переменного тока с электромагнитным дугогашением. По своей конструкции он сходен с описанным контактором постоянного тока типа 3SB1. Применен такой же пневматический привод 16, с которым через стеклотекстолитовую изоляционную тягу 15, латунный рычаг 9 и держатель 11 связан разрезной подвижной контакт 10, изготовленный из меди. Держатель подрессорен притирающей пружиной 12. Подвод тока к подвижному контакту осуществляется через гибкий медный шунт 20 и латунный кронштейн 14, в который ввернута стальная шпилька 13, являющаяся силовым зажимом контактора. На кронштейне укреплен нижний дугогасительный рог 19. Верхний дугогасительный рог 6 является одновременно держателем медного разрезного неподвижного контакта 8. К неподвижному контакту присоединен один вывод из медной шины, намотанной на стальной шихтованный сердечник 4. Другой вывод катушки 7 крепится к латунному угольнику 2 стальной шпилькой 3, которая служит

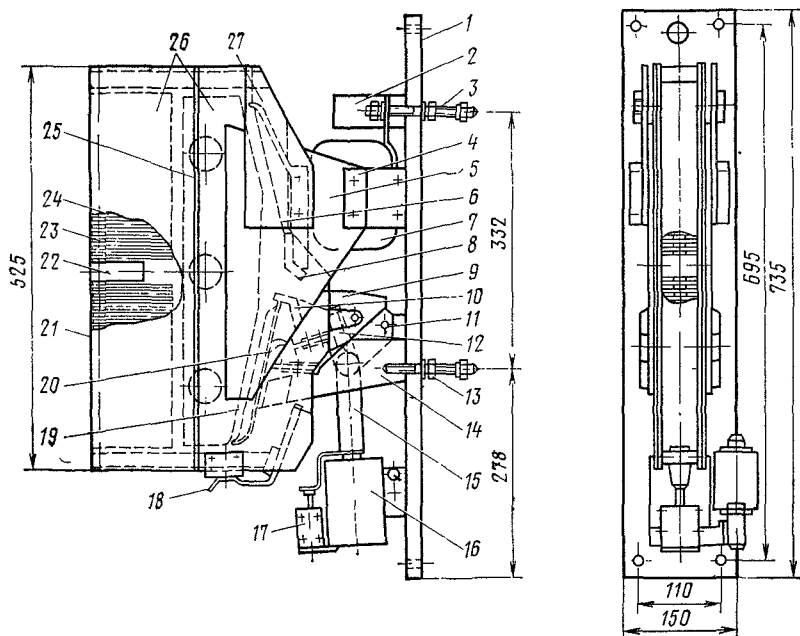


Рис. 194. Электропневматический контактор 7SP1

вторым силовым зажимом контактора. Обе шпильки 3 и 13 выведены с задней стороны изоляционной панели 1.

Гашение дуги происходит в дугогасительной камере 21 щелевого типа, состоящей из асбоцементных боковин 26. Внутри камера разделена двумя асбоцементными перегородками 25 и снабжена деионизационной решеткой, собранной из стальных полос 24, и асбоцементных вставок 23. Решетка в свою очередь разделена асбоцементной прокладкой 22. Боковины стянуты латунными шпильками, изолированными гетинаксовыми трубками.

Дугогасительная камера шарнирно укреплена на держателе 27 и в рабочем положении установлена между полюсными наконечниками 5. В этом положении дугогасительную камеру фиксируют изогнутой пластиной 18 с винтом. В нижней части контактора установлены блок-контакты 17.

Технические данные контактора 7SP1 следующие:

Номинальный ток	400 А
Номинальное напряжение	3000 В
Испытательное напряжение по отношению к корпусу	8750 *
Разрыв силовых контактов	24 мм
Контактное нажатие	9—12 кгс
Номинальное давление сжатого воздуха	5 кгс/см ²
Номинальное напряжение цепи управления	48 В
Номинальный ток блок-контактов	6 А
Испытательное напряжение блок-контактов по отношению к корпусу	1000 В
Масса	51,5 кг

Электропневматические контакторы 2SVAD1 и 3SVAD1 используются только на электровозах ЧС4^т, где они осуществляют переключения в цепях реостатного тормоза. Контакторы 2SVAD1 и 3SVAD1 конструктивно одинаковы. Они выполнены с двойной системой контактов — главными и разрывными. Кинематическая схема контактора выбрана так, что в замкнутом положении главные и разрывные контакты включены параллельно. Ток проходит в основном по главным контактам. При отключении контактора сначала размыкаются главные контакты, и ток продолжает проходить через разрывные контакты. Затем цепь тока размыкается разрывными контактами, расположенными в зоне магнитного поля дугогасительной катушки.

При включении контактора сначала замыкаются разрывные контакты, а затем главные. Таким образом, замыкание и размыкание главных контактов происходит без тока. Отметим, что подобный принцип использован в кулачковых контакторах с дугогашением главного контроллера ЭКГ-8 на отечественных электровозах переменного тока.

Контактор 2SVAD1 (рис. 195) смонтирован на изоляционных панелях 2 из стеклотекстолита, которые с помощью уголков 1 и планки 13 крепятся в шкаф в машинном помещении электровоза. Подвод тока осуществляется по расположенным с обеих сторон контактора двум L-образным медным шинам 9. На концах шин, находящихся между изоляционными панелями, приварены неподвижные главные контакты из содержащего серебро сплава. Подвижными контактами служит тройной

мостик 10 из меди. Контактное нажатие обеспечивают пружины 11, опирающиеся на стальную подкладку 12. Мостиковые контакты через тягу 8 кинематически связаны с алюминиевым держателем 21 разрывного подвижного контакта 22. Неподвижный разрывной контакт 23 установлен на алюминиевом держателе 24, связанном с дугогасительной катушкой 25. Контактное давление разрывных контактов создает прижимной механизм, включающий в себя пружину 7 с тягой 6, соединенной с держателем подвижного разрывного контакта и с рычагом 5. Рычаг может поворачиваться в шарнире 4.

Электрическое соединение разрывных контактов с главными выполнено медными гибкими шунтами 3. Такими же гибкими шунтами 27 разрывные контакты соединены с дугогасительной катушкой. Гашение дуги происходит в дугогасительной камере 19 щелевого типа, устроенной аналогично камере электропневматического контактора 7SP1. Она состоит из асбоцементных стенок и снабжена деионизационной решеткой. В рабочем положении дугогасительная камера установлена между полюсными наконечниками 20 и фиксируется в нижней части винтами с фасонной головкой. Для увеличения срока службы дугогасительных рогов 18, 26 их концы изготовлены из специальных сплавов.

Контактная система контактора приводится в действие пневматическим приводом, конструкция которого мало отличается от использованных в других электропневматических контакторах электровозов ЧС4 и ЧС4Г. Включение контактора происходит при возбуждении электропневматического вентиля 17 типа VTМ2; отключение осуществ-

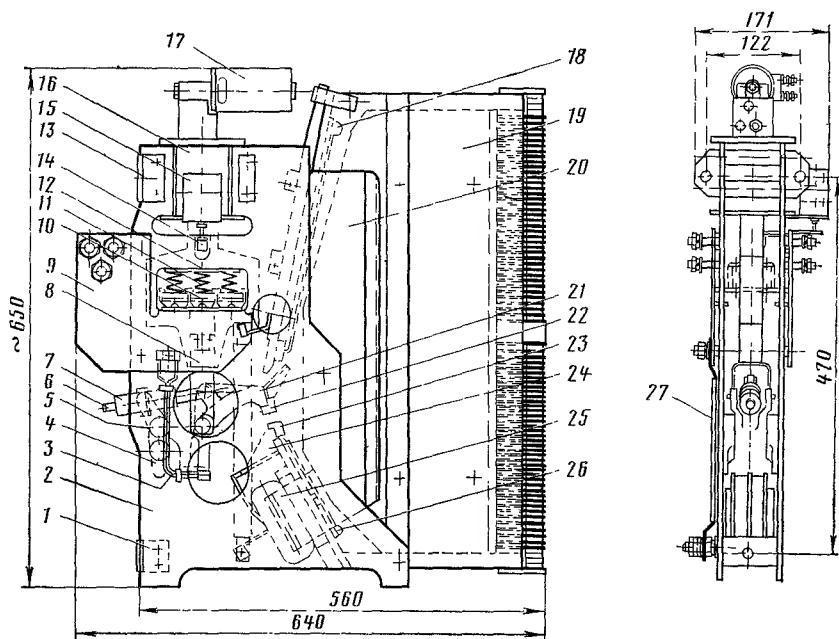


Рис. 195. Электропневматический контактор SVAD1

вляется с помощью пружины, расположенной внутри цилиндра 16 воздухораспределителя.

Включение и выключение блок-контактов 14 производит стеклотекстолитовая планка 15, механически связанная с приводом главных контактов. Технические данные контактора следующие:

Номинальный ток	1250 А
Номинальное напряжение	1500 В
Испытательное напряжение по отношению к корпусу	5375 »
Разрыв главных контактов	$11 \pm 0,5$ мм
Контактное нажатие главных контактов	3×6 кгс
Контактное нажатие силовых контактов	2,8—3,2 »
Разрыв разрывных контактов	14^{+1} мм
Номинальное давление сжатого воздуха	3,5 кгс/см ²
Номинальное напряжение цепи управления	48 В
Номинальный ток блок-контактов	6 А
Испытательное напряжение блок-контактов по отношению к корпусу	2000 В
Масса	37,6 кг

Электромагнитные контакторы позволяют осуществлять пуск вспомогательных машин при отсутствии сжатого воздуха на электровозе.

В цепях вспомогательных машин, питающихся пульсирующим током (мотор-компрессоров и мотор-вентиляторов), установлены шесть контакторов 41SM1. На электровозах ЧС4-002—011 имеются восемь электромагнитных контакторов 41SM1 в связи с наличием двух дополнительных вентиляторов для охлаждения сопротивлений реостатного тормоза. Переключение напряжения питания вспомогательных машин переменного тока обеспечивается двумя контакторами 39SM1. Пуск и выключение вспомогательных машин переменного тока, а также вспомогательного мотор-компрессора производится семью малыми контакторами типа V03с-009. На электровозах начиная с ЧС4-077 используются также контакторы V13с-005, рассчитанные на большой номинальный ток (40А). Еще один контактор V03с-009 установлен в низковольтной цепи управления вспомогательными машинами.

На электровозах ЧС4^г в цепях мотор-вентиляторов маслоохладителей тягового трансформатора, мотор-насосов и в системе кондиционирования воздуха в кабинах машиниста использованы контакторы 1SMAD (один контактор 1SMAD2 и по два — 1SMAD3 и 1SMAD4).

Конструктивно контакторы 39SM1 (рис. 196) и 41SM1 аналогичны; отличаются только дугогасительные камеры в связи с тем, что контакторы рассчитаны на разные номинальные токи. Поэтому рассмотрим только контактор 39SM1. Принципиально он представляет собой однополюсный электромагнитный контактор клапанного типа с электромагнитным дугогашением. Магнитопровод (ярмо) 19 набран из листовой П-образной электротехнической стали и установлен на литом чугунном кронштейне 22, который укреплен на изоляционной стеклотекстолитовой плите 1. На один стержень ярма надета включающая катушка 18. Подвижная система контактора состоит из якоря 16, скрепленного болтом с рычагом 15, отлитым из чугуна. Рычаг имеет две консоли, на которые постоянно действует усилие отключающих пружин 23, стремя-

щихся повернуть его вокруг валиков 21. Поворот рычага ограничивает втулка 17 из прессованной бумаги. Натяжение пружины осуществляется регулировочным болтом 24. На другом конце рычага установлен подвижной контакт 11. Контактное давление и притирание обеспечивает притирающая пружина 13 с регулировочным винтом 14. Ток к подвижному контакту подводится по гибкому медному шунту 20, второй конец которого через латунную подкладку 25 связан со стальной шпилькой 26, являющейся силовым зажимом контактора. Другим силовым зажимом служит стальная шпилька 27, ввинченная в латунную подкладку 2. К этой подкладке присоединен один вывод дугогасительной катушки 7 из шинной меди, намотанной на стальной сердечник 8. Второй вывод дугогасительной катушки крепится к латунному держателю 3 неподвижного контакта 9.

Дугогашение происходит в щелевой дугогасительной камере 10, состоящей из двух штампованных керамических (керитовых) плит, соединенных латунными заклепками. При отключении контактора дуга электромагнитным полем дугогасительной катушки вытесняется на рога 5 и 12 и затем разрывается. Крепление дугогасительной камеры на контакторе осуществляется с помощью полюсных наконечников 4 и пластин 6.

Включение контактора производится подачей постоянного напряжения на включающую катушку. При этом якорь притягивается к ядру,

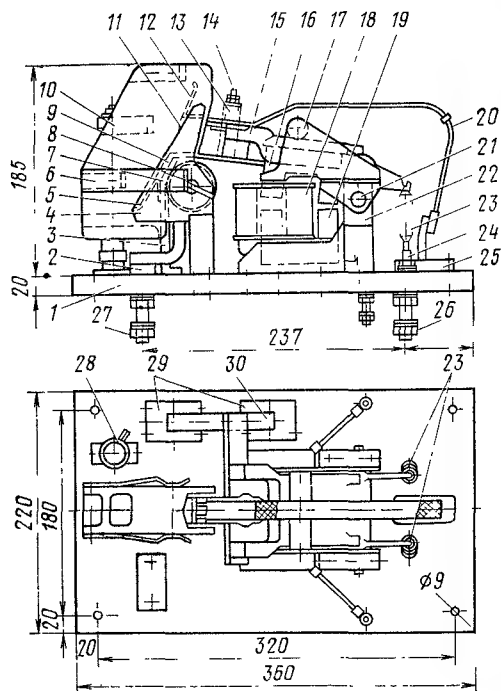


Рис. 196. Электромагнитный контактор 39SM1

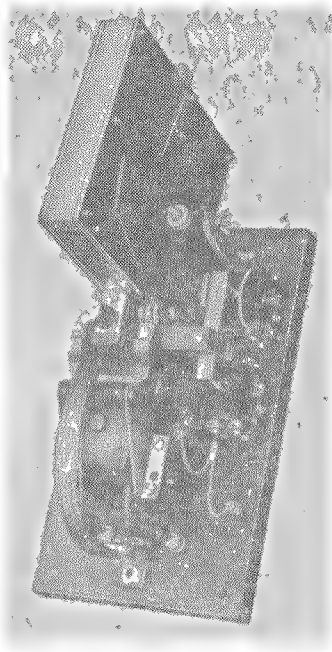


Рис. 197. Электромагнитный контактор 41SM1

и силовые контакты замыкаются. Для уменьшения габаритных размеров и облегчения включающей катушки последовательно с ней при работе контактора включается добавочный резистор 28. Его подключение осуществляется с помощью блок-контактов 29, на шток которых действует планка 30, связанная с рычагом 15.

Выключение контактора происходит при обесточивании включающей катушки. Дугогасительная камера контактора 41SM1 (рис. 197) изготовлена из асбоцемента и имеет большие габаритные размеры, чем камера контактора 39SM.1

Основные технические данные электромагнитных контакторов 39SM1 и 41SM1:

Номинальный ток контактора 39SM1	150 А
То же 41SM1	200 »
Номинальное напряжение	220 В
Испытательное напряжение по отношению к корпусу	2500 »
Разрыв силовых контактов	5 мм
Контактное нажатие силовых контактов	1,5 кгс
Номинальное напряжение цепи управления	48 В
Номинальный ток блок-контактов	6 А
Испытательное напряжение блок-контактов по отношению к корпусу	1000 В
Сопротивление включающей катушки	105 Ом
Сопротивление добавочного резистора	68 »
Масса контактора 39SM1	12,27 кг
То же 41SM1	14,21 »

Электромагнитный контактор V03с-009 (рис. 198) представляет собой трехполюсный контактор с двойным разрывом дуги. Магнитная система контактора — катушка 1 и магнитопровод 2 — помещена в металлическом корпусе 7. Сверху на корпусе установлена щелевая дугогасительная камера 5, в которой находятся неподвижные 6 и подвижные мостиковые 4 силовые контакты. Контакты изготовлены из латуни и покрыты слоем серебра. Притирающая пружина 3 обеспечивает необходимое контактное нажатие. С подвижной системой контактора связан шток 9 блок-контактов 10. Всего контактор имеет два замыкающих и два размыкающих блок-контакта. Перестановка блок-контактов не допускается.

На торцевой стороне корпуса контактора имеется окно 8, указывающее положение силовых контактов: 1 — включено, 0 — выключено.

Основные технические данные контактора V03с-009 следующие:

Номинальный ток	15 и 25 А
Номинальное напряжение	500 В
Разрыв силовых контактов	$1,8 \pm 0,2$ мм
Контактное нажатие силовых контактов	0,42 кгс
Номинальное напряжение цепи управления	48 В
Номинальный ток блок-контактов	6 А
Разрыв блок-контактов	1 мм
Контактное нажатие блок-контактов	0,06 кгс
Количество срабатываний (рабочих циклов)	10^6
Масса	1,15 кг

Применяемые на электровозах ЧС4^т контакторы 1SMAD2, 1SMAD3 и 1SMAD4 конструктивно аналогичны; отличие состоит в количестве полюсов (1SMAD2 — трехполюсный, 1SMAD3 и 1SMAD4 — однополюсные) и величинах номинальных токов. Поэтому рассмотрим только контактор 1SMAD2 (рис. 199).

Принципиально он представляет собой электромагнитный контактор плунжерного типа с мостиковыми силовыми контактами и электромагнитным дугогашением. Катушка 2 контактора помещена в стальном кожухе 1. Подвижная система контактора состоит из якоря 5, скрепленного со стальной планкой 17, которая через систему рычагов кинематически связана с мостиковыми подвижными контактами 6. С планкой 17 шарнирно соединены стальные плечи 18, которые через валики опираются на стальные опоры 20. С другой стороны плечи 18 шарнирно связаны со стеклотекстолитовой П-образной планкой 19, на которой укреплены латунные хомуты 16 с подвижными мостиковыми контактами 6. Контактное нажатие и притирание обеспечивают притирающие пружины 15. Неподвижные контакты 7 винтами укреплены на латунных держателях 8. Подвижные и неподвижные контакты изготовлены из меди, покрытой серебром. Крепление токоподводящих кабелей к контакторам производится латунными болтами М6. К токовому зажиму подсоединен один вывод 14 дугогасительной катушки 13 из шинной меди, намотанной на стальной сердечник 12. Второй вывод дугогасительной катушки крепится к держателю 8 неподвижного контакта 7.

Дугогашение происходит в щелевой дугогасительной камере 10, состоящей из двух асбоцементных боковин, соединенных латунными заклепками. Крепление дугогасительных камер на контакторе осуществляется с помощью полюсных наконечников 9 и пластин 11.

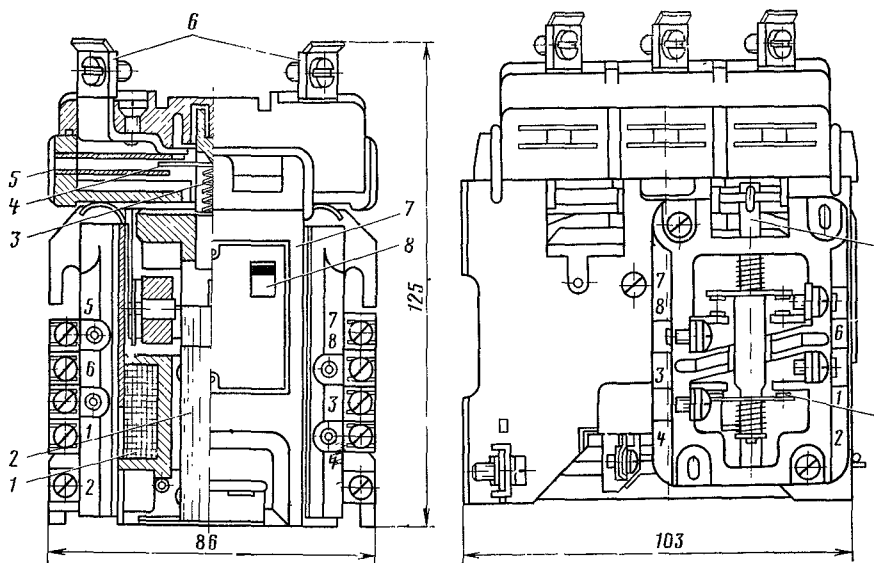


Рис. 198. Электромагнитный контактор V03c-009

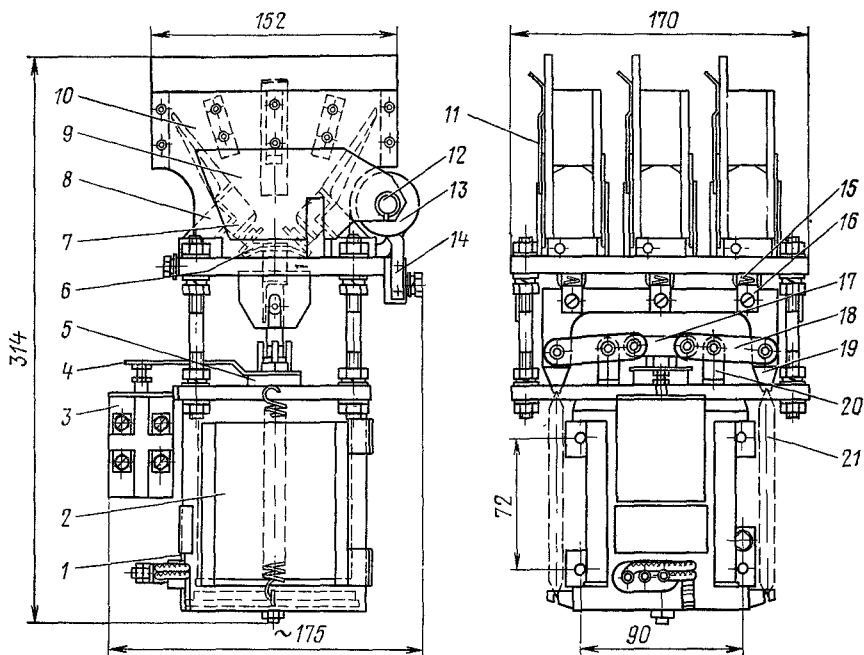


Рис. 199. Электромагнитный контактор 1SMAD2

Включение контактора производится подачей постоянного напряжения на катушку. При этом якорь втягивается в катушку, и силовые контакты замыкаются. Одновременно происходит переключение блок-контактов 3, на штифт которых действует планка 4, связанная с якорем.

Выключение контактора происходит при обесточивании катушки под действием пружин 21, связанных с П-образной планкой 19.

Основные технические данные контакторов 1SMAD2 — 1SMAD4:

Номинальный ток контактов 1SMAD2, 1SMAD4	60 А
То же 1SMAD3	25 »
Номинальное напряжение	400 В
Испытательное напряжение по отношению к корпусу	1800 »
Разрыв силовых контактов	2,5 мм
Контактное нажатие силовых контактов	1,5 кгс
Номинальное напряжение цепи управления	48 В
Номинальный ток блок-контактов	6 А
Испытательное напряжение блок-контактов по отношению к корпусу	2500 В
Сопротивление катушки контактора 1SMAD2	108 Ом
То же контакторов 1SMAD3 и 1SMAD4	132 »
Масса контактора 1SMAD2	8,8 кг
То же 1SMAD3	6,02 »
» 1SMAD4	5,95 »

Крепление контакторов на электровозе осуществляется четырьмя болтами М6; на корпусе контакторов имеется заземляющий болт,

Реле перегрузки, установленные на электровозах ЧС4 и ЧС4^г, предназначены для отключения главного выключателя при возникновении чрезмерно больших токов в цепях тяговых двигателей. На электровозах ЧС4 используются реле перегрузки 20СМ1 (до ЧС4-061 включительно) и 20СМ3 (начиная с ЧС4-062). На электровозах, оборудованных реостатным тормозом, в цепях тормозных резисторов установлены реле 20СМ2 (на электровозах ЧС4-002—011) и 20СМ6 (на электровозах ЧС4^г). Принцип действия перечисленных реле аналогичен, а конструктивные отличия незначительны. Реле 20СМ1 и 20СМ2 имеют одну пару, а реле типов 20СМ3 и 20СМ6 — две пары замыкающих блок-контактов. Всего на каждом электровозе ЧС4 установлены шесть реле перегрузки — по одному на каждый тяговый двигатель, а на электровозах ЧС4-002—011 и электровозах ЧС4^г — по двенадцать (шесть дополнительных реле используются при реостатном торможении).

Реле перегрузки 20СМ3 (рис. 200) представляет собой электромагнитное реле клапанного типа. Магнитопровод 2 набран из листовой П-образной электротехнической стали и стянут пластинами. К пластинам приварены подкладки, которые болтами крепят к изоляционной плите из стеклотекстолита 3. Роль катушки реле выполняет медная шина сечением 10×80 мм, по которой протекает ток тяговых двигателей.

Подвижная система реле состоит из якоря 8 набранного, как и магнитопровод, из пластин электротехнической стали, и стеклотекстолитовой планки 10, скрепленной с якорем болтами. На консоль

7 в нижней части якоря постоянно действует усилие пружины 6, стремящейся повернуть якорь против часовой стрелки. Поворот якоря ограничивает болт 9, служащий для регулирования воздушного зазора между якорем и магнитопроводом при обесточенном реле перегрузки. Винтом 4 регулируют натяжение пружины, а следовательно, и уставку срабатывания реле. Для удобства настройки реле в нижней части изоляционной плиты установлена металлическая шкала 5 с делениями в амперах. К верхней части изоляционной плиты прикреплены унифицированные блок-контакты 1 (см. § 67), на шток 11 которых воздействует стеклотекстолитовая планка. Магнитопровод заземляют с помощью болта 12.

При возрастании тока в цепи тяговых двигателей выше уставки реле перегрузки электромагнитное поле преодолевает момент пружины и

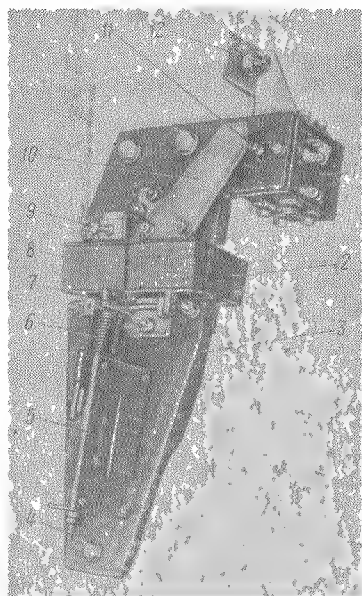


Рис. 200. Реле перегрузки 20СМ3

якорь притягивается к магнитопроводу. Стеклотекстолитовая планка перемещается вместе с якорем по часовой стрелке и нажимает на шток блок-контактов, вызывая их включение; последние в свою очередь воздействуют на реле 852 в блоке защит 850, что приводит к отключению главного выключателя. При этом в блоке защит 850 срабатывает сигнальное реле, указывающее, какое реле перегрузки сработало.

После того как проходящий по шине ток снизится и станет меньше уставки реле, якорь под действием пружины отойдет от магнитопровода и блок-контакты реле разомкнутся. Таким образом, реле опять готово к повторному действию.

Основные технические данные реле перегрузки 20СМ1, 20СМ2, 20СМ3 и 20СМ6 следующие:

Номинальное напряжение	1200 В
Номинальный ток реле 20СМ1, 20СМ3, 20СМ6	1250 А
То же 20СМ2	700 А
Ток уставки реле 20СМ1, 20СМ3	1800 А
То же 20СМ2	900 »
» 20СМ6	1500 »
Номинальное напряжение блок-контактов	48 В
Номинальный ток блок-контактов	6 А
Масса реле 20СМ1, 20СМ2	1,9 кг
То же 20СМ3, 20СМ6	2,33 »

Промежуточные реле используют для переключений в низковольтных цепях. На электровозах ЧС4 и ЧС4^т их применяют для отключения главного выключателя, в цепях защиты оборудования. Три реле, смонтированные в общем блоке (реле набора, реле сброса и реле управления), используют в качестве промежуточных в цепи управления вентильми пневмодвигателя ПС. Все промежуточные реле рассчитаны на номинальное напряжение 48 В, номинальный ток контактов 6 А; время срабатывания реле от 0,01 до 0,03 с.

По конструкции промежуточные реле электровозов ЧС4 и ЧС4^т делятся на две группы: реле клапанного типа (RP102, RP47D и т. п.) и реле плунжерного типа R3N3, R4N3).

Рассмотрим конструкцию реле R3N3 (рис. 201). Якорь 4 расположен внутри катушки 3 и закреплен с обеих сторон в металлических мембранах 2. На концах якоря установлены подвижные контакты 8; неподвижные контакты 9 укреплены на изоляционных панелях 7. Возвращение реле в исходное состояние обеспечивает спиральная пружина 5, усилие которой регулируют подвижной планкой 6. Раствор контактов можно изменять вращением неподвижных контактов. Рабочий разрыв контактов — 1—2 мм. Все элементы реле смонтированы на металлической скобе 1, которую крепят двумя болтами. Реле следует устанавливать в горизонтальном положении. Масса реле 1,5 кгс. Реле имеет два размыкающих и два замыкающих контакта и используется как реле главного выключателя (номер по схеме 375). На электровозах ЧС4^т установлено еще два реле этого типа — [357] и [452]. Конструктивно подобное описанному реле типа R4N3 с двумя замыкающими и одним размыкающим контактами используется на электровозах обоих типов в качестве реле безопасности (номер по схеме 380).

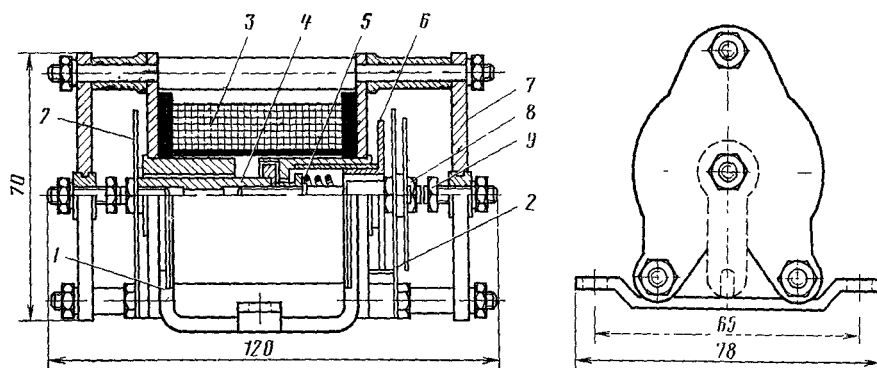


Рис 201. Промежуточное реле R3N3

Реле времени. На электровозах ЧС4 используют реле времени TLb-4 (на электровозах до ЧС4-162 — типа TLa-2s) и ČR1N1; на электровозах ЧС4^г — Tk11 и ČR1N1.

Реле времени TLb-4 (рис. 202) является обычным электромагнитным реле времени с выдержкой на отключение и состоит из двухобмоточной катушки 2, установленной на сердечнике с медной трубкой; магнитной системы 3 клапанного типа; отключающей пружины 4 и панели 5 с контактами. Реле имеет две пары замыкающих и столько же размыкающих контактов. Вся конструкция смонтирована на стальной скобе 1,

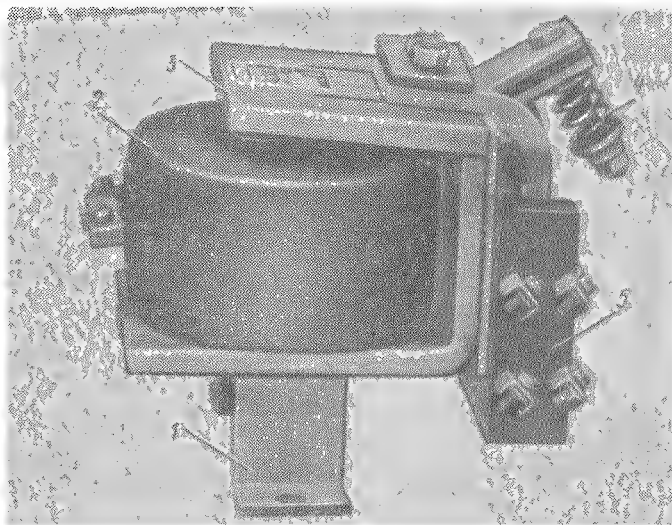


Рис. 202. Реле времени TLb 4

с помощью которой реле устанавливают на электровозе. Регулировку времени производят натяжением пружины. Реле времени типа TLа-2s конструктивно аналогично реле времени типа TLb-4; они различаются только габаритными размерами и расположением выводов катушек.

Технические данные реле времени TLb-4 и TLа-2s следующие:

Номинальное напряжение катушки	48 В
Допускаемое напряжение между разомкнутыми контактами	500 »
Номинальный ток блок-контактов	10 А
Пределы выдержки времени отпадания якоря при отключении катушки	2,5—7 с
Масса	4 кг
Габаритные размеры:	
реле TLb-4	190×190×142 мм
» TLа-2S	190×170×140 »
Размер между крепежными вырезами обоих реле	115 мм

Реле времени, включенные в пусковые цепи мотор-насосов, настроены на 3—3,5 с, реле времени, контролирующие пуск мотор-клапанов на 5—7 с.

Реле времени $\check{C}R1N1$ отличается от обычных реле времени. Оно представляет собой устройство, состоящее из двух реле, конденсатора и резистора, включенных по схеме емкостной задержки времени (рис. 203). Это устройство выполняет защитную роль, отключая главный выключатель в случае, когда переключатель ступеней застрянет между позициями (во избежание перегорания переходных резисторов переключатель ступеней не должен находиться в промежуточном положении длительное время). В схеме электровоза реле времени $\check{C}R1N1$ обозначено 356. Принцип действия устройства следующий. При работе переключателя ступеней через контакты его блокировочного барабана, включенные между проводами 822, 447 (зажимы 3—4), подаются импульсы напряжения длительностью по 0,2—0,3 с. Когда переключатель ступеней работает нормально, реле $R1$ не выключается, так как включенный параллельно его катушке конденсатор обеспечивает задержку на отпадение контактов реле 0,4—0,7 с. Если же переключатель ступеней задержится в промежуточном положении дольше времени уставки реле $\check{C}R1N1$, то реле $R1$ разомкнет свои замыкающие контакты в цепи удерживающей катушки главного выключателя, и последний выключится. Одновременно через размыкающие контакты реле $R1$ будет подано напряжение на катушку реле $R2$, размыкающие контакты которого находятся в цепи сигнальной лампы «Нулевая позиция ПС». Реле времени

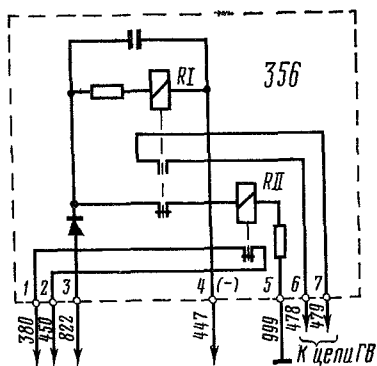


Рис 203. Схема включения реле времени $\check{C}R1N1$

СР1N1 помещено в пломбируемом металлическом ящике, который устанавливают в шкафу с реле и контакторами в поперечном проходе электровоза рядом с первой кабиной машиниста.

Технические данные реле времени СР1N1 следующие:

Напряжение питания реле	33—58 В
Конденсатор ТС532:	
номинальная емкость	200 мкФ
номинальное напряжение	100 В
Резистор TR626:	
номинальное сопротивление	560 Ом
номинальная мощность	8 Вт
Габаритные размеры реле	120×240×300 мм

Реле времени ТК11 установлены на электровозах ЧС4 последних выпусков и на всех электровозах ЧС4^т. Временная задержка обеспечивается часовым механизмом, который связан с якорем катушки реле. На оси шестерни часового механизма укреплен рамка с перекидным контактом, позволяющая изменять расстояние между контактами реле и тем самым время его срабатывания. Уставка времени задается по шкале, расположенной на лицевой стороне реле.

Реле выпускается в двух исполнениях — с замедлением отпадания контактов при снятии питания с катушки реле и с замедлением включения контактов при подаче напряжения на катушку. На электровозах ЧС4 установлены реле только первого исполнения (371), на электровозах ЧС4^т — обоих исполнений (371, [480], [365₁]). Реле с замедлением отпадания контактов, кроме главных, имеет вспомогательные контакты, предназначенные для включения в цепь катушки добавочного резистора.

Реле ТК11 смонтированы на пластмассовой плите и закрыты кожухом из прозрачного оргстекла.

Технические данные реле ТК11 следующие:

Номинальное напряжение катушки	48 В
Номинальный ток главных контактов:	
длительная	3 А
при включении	5 »
Мощность, потребляемая катушкой:	
длительная	8,5 Вт
при включении	22 »
Пределы выдержки времени:	
371	0—6 с±0,3 с
[365 ₁], [480]	0—20 с±0,8 с
Срок службы	2÷3×10 ⁸ срабатываний
Масса	1,35 кг

Воздухоструйное реле. Контроль за работой вентиляторов на электровозах ЧС4 осуществляют воздухоструйные реле. На электровозах ЧС4^т для этой цели использованы реле мощности. Корпус 2 (рис. 204) реле состоит из стянутых болтами двух жестяных тарелок. Между ними расположена мембранная часть с уплотнением, не пропускающим воздух. Мембрана 5 изготовлена из маслостойкой резины, способной работать при температуре — 50° С, и усилена жесткими металлическими

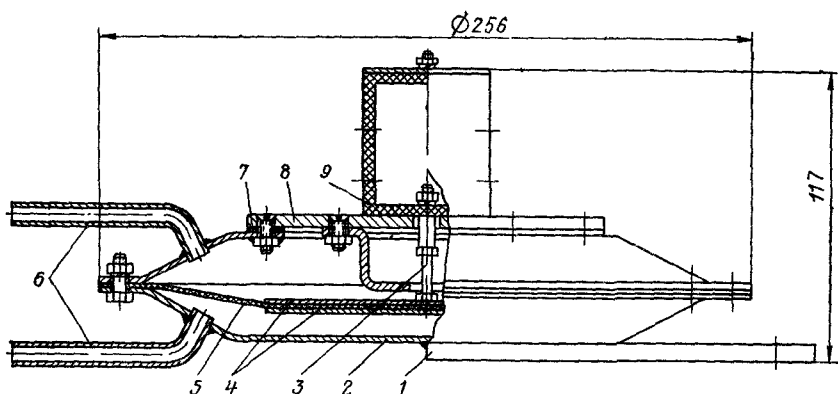


Рис. 204. Воздухоструйное реле

пластинами 4. В верхнюю пластину упирается шток 3, связанный с унифицированными блок-контактами 9, которые установлены на панели 8 (на электровозах до ЧС4-062 использованы микровыключатели). Панель укреплена винтами на верхней тарелке корпуса; между ними продолжено уплотнение 7.

К каждой тарелке корпуса приварены трубки 6, по которым внутрь реле поступает воздух из кожуха вентилятора. Верхняя трубка соединяется с входным пространством кожуха вентилятора, а нижняя — с выходным. Таким образом, давление воздуха над мембраной всегда меньше давления на выходе вентилятора.

При работе вентилятора, когда создается расчетное давление воздуха, мембрана передвигает шток блок-контактов, и они переключаются. Электрические цепи, в которые включены блок-контакты, описаны в главе IV (см. § 22).

§ 61. БЛОК ЗАЩИТ 850 И ГРУППА РЕЛЕ 840

Для предупреждения аварийных режимов работы оборудования на электровозах ЧС4 и ЧС4^г применено специальное устройство — блок защит 850 (заводской тип AGL11). Основной его функцией является отключение главного выключателя и подача сигнала локомотивной бригаде при возникновении опасных режимов. Блок защит 850 представляет собой шкаф, в котором размещены различные измерительные, промежуточные и сигнальные реле. Реле связаны с соответствующими токовыми датчиками — трансформаторами тока и реле перегрузки, датчиками напряжения и другими датчиками. При возникновении в электрических цепях перегрузок, коротких замыканий или иных опасных режимов соответствующие измерительные реле воздействуют на связанные с ними сигнальные реле (реле одной группы защит обозначены одинаковыми номерами с той разницей, что измерительные реле имеют буквенный индекс А, а сигнальные — индекс В) и на специальное промежуточное

реле 852. Включившись, реле 852 своими размыкающими контактами разрывает цепь питания удерживающей катушки ГВ (см. рис. 74), а замыкающими контактами включает сигнальные лампы («Защита») 889, 896 на пультах управления электровозом. Исключение составляет защита от замыкания на землю, когда включается только световая сигнализация на пультах управления (сигнальные лампы 888, 897 — «Земля в тяговых цепях»), а ГВ не срабатывает.

Как можно видеть из приведенной на рис. 205 схеме блока защит 850, напряжение на катушку реле 852 подается при включении замыкающих контактов реле любой из следующих групп: 701, 008, 009, 145, 146, 851, 862.

Принцип работы указанных реле одинаков, поэтому достаточно рассмотреть работу блока защит 850 при возникновении опасного режима в одной из электрических цепей. Допустим, что ток, протекающий по цепи отопления поезда, превысил допустимую величину 320 А. В этом случае на катушку измерительного реле 701А придет включающий импульс со вторичной обмотки измерительного трансформатора тока 701 (на рис. 205 не показан: все датчики, связанные с блоком защит 850, изображены на рис. 85). Замыкающие контакты реле 701А подключат катушку промежуточного реле 852 к плюсовому проводу 822. Одновременно те же замыкающие контакты подадут питание на катушку сигнального реле 701В, которое станет на самоподпитку через свои замыкающие контакты и кнопку К1. При этом напряжение на катушку реле 852 будет подаваться по цепи: провод 822 — кнопка К1 — замыкающие контакты реле 701В — разделительный диод — катушка реле 852. Включившись, реле 852, разорвет своими размыкающими контактами цепь питания удерживающей катушки ГВ, и он отключится. Замыкающие контакты реле 852 включают сигнальные лампы 889 и 896 на пультах управления в обеих кабинах электровоза. Какая конкретно защита сработала, указывают соответствующие сигнальные реле, флажки которых выведены на лицевую панель блока защит 850. Благодаря наличию цепи самоподпитки сигнальные реле остаются во включенном положении и после срабатывания ГВ. В исходное состояние их можно вернуть нажатием кнопки К1, разрывающей при этом цепь питания сигнальных реле от провода 822. Тем самым обеспечивается возможность повторного включения ГВ.

Датчиками остальных защит служат:

трансформатор тока 008 — защита от токовых перегрузок первичной цепи тягового трансформатора;

трансформатор тока 009 совместно со встречно включенным трансформатором тока 008 — дифференциальная защита тягового трансформатора;

трансформаторы тока 145, 146 (на электровозах до ЧС4-062 четырьмя трансформаторами тока 145—148) — защита от токовых перегрузок цепей вторичных обмоток тягового трансформатора (группа реле 148 на рис. 205 не показана);

реле перегрузки 025А1—027А1 и 025А2—027А2 — защита от токовых перегрузок цепей тяговых двигателей;

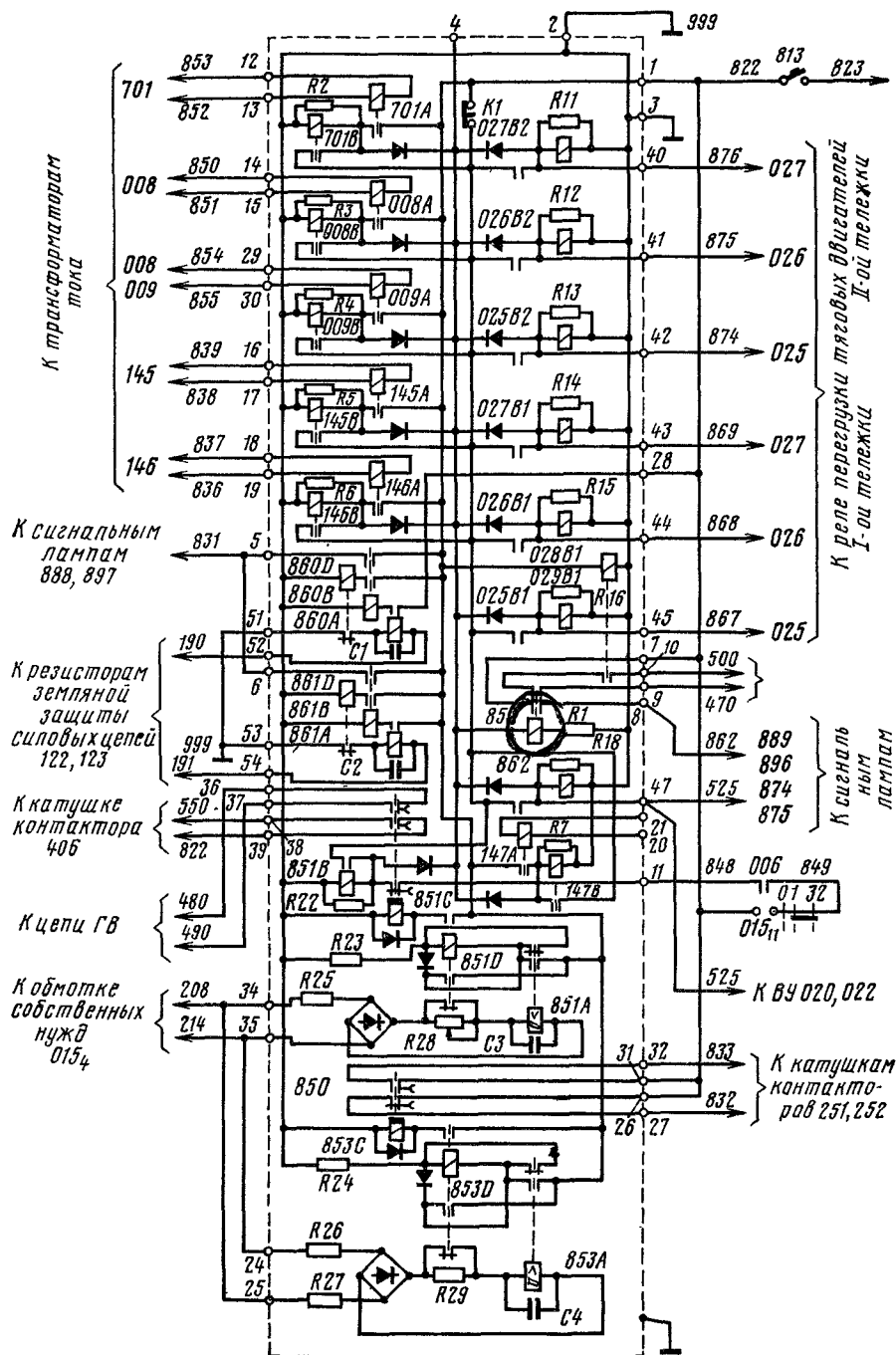


Рис. 205 Схема блока защит 850

реле *B18* в блоке защит выпрямительных установок, воздействующее на реле *862* в блоке защит *850*, — защита при пробое двух последовательно соединенных вентилей;

блок *150*, воздействующий на группу реле *147* (на электровозах ЧС4-062—161) — защита при токовой перегрузке тяговых выпрямительных установок. Начиная с электровозов ЧС4-162, на которых отсутствуют блоки *150*, защита тяговых выпрямительных установок возложена на группы реле *145*, *146*. При этом в целях повышения быстродействия последовательно с катушкой промежуточного реле *852* включен резистор *R1*.

Группа реле *851* (реле *A*, *B*, *C* и *D*) осуществляет защиту оборудования электровоза при исчезновении напряжения на тяговом трансформаторе. Необходимость отключения ГВ в этом случае обусловлена тем, что если при работе электровоза напряжение на трансформаторе исчезнет, а затем появится снова, такой режим для тягового оборудования будет соответствовать короткому замыканию.

Работа группы реле *851* происходит следующим образом. Катушка реле *851A* через выпрямительный мост, добавочный резистор *R25* и регулировочный резистор *R28* подключена на выводы *d0* — *d2* обмотки собственных нужд тягового трансформатора (на электровозах ЧС4^г — на выводы *E* — *H*). Тем самым реле *851A* контролирует наличие напряжения на тяговом трансформаторе.

Если тяговый трансформатор находится под напряжением, через его замыкающие контакты получает питание катушка реле *851D*, а через замыкающие контакты последнего — катушка реле *851C*. Размыкающие контакты реле *851C* в цепи питания катушки реле *851B*, в этом случае разомкнуты и реле *851B* обесточено. Две пары замыкающих контактов реле *851C* при этом замкнуты: контакты в проводах *480*, *490* позволяют включить ГВ, контакты в проводах *822*, *550* подают напряжение на катушку контактора *406*, подготавливая тем самым, к работе цепи управления вспомогательными машинами.

Как только напряжение на тяговом трансформаторе исчезнет, реле *851A* обесточится, что приведет к отключению реле *851D* и *851C*. Для того чтобы главный выключатель не отключался при кратковременном исчезновении (снижении) напряжения, реле *851C* имеет замедление на отпадание 0,3—0,4 с. Размыкающие контакты реле *851C* замкнутся и подключат катушку реле *851B* к проводу *822* через блок-контакты *006* главного выключателя и блок-контакты *015₁₁* переключателя ступеней, замкнутые на всех позициях, кроме нулевой. Реле *851B* включится и через свои замыкающие контакты подаст напряжение на катушку реле *852*, что приведет к отключению ГВ. При этом реле *851B* встает на самоподпитку, а его флажок указывает причину отключения главного выключателя.

Группа реле *853* предназначена для регулирования напряжения питания вспомогательного оборудования переменного тока на электровозах ЧС4 и работает аналогично описанной группе реле *851*. Реле *853A*, как и реле *851A*, включено на выводы *d0* — *d2* обмотки собственных нужд тягового трансформатора. В зависимости от величины питающего напряжения оно находится либо во включенном, либо в вы-

ключенном состоянии. Уставку реле 853А регулируют резистором R29. Реле времени 853С, связанное с реле 853А своими замыкающими и размыкающими контактами подает напряжение либо на катушку контактора 251 (см. рис. 65), либо на катушку контактора 252, которые в свою очередь осуществляют переключение питания цепей вспомогательного оборудования переменного тока.

При замыканиях на землю в тяговых цепях происходит включение измерительного реле 860А (см. рис. 205) или 861А, так как их катушки одним выводом соединены со средними точками групп резисторов 122, 123 (см. рис. 60), а другой вывод катушек заземлен.

Включившись, указанные реле подают питание на катушки своих сигнальных реле 860В (см. рис. 205) и 861В, замыкающие контакты которых включаются и остаются в этом положении благодаря механическим защелкам в отличие от остальных сигнальных реле блока защит 850, имеющих цепи электрической самоподпитки. Одна пара замыкающих контактов сигнальных реле 860В, 861В включает сигнальные лампы 888, 897 на пультах управления; при этом выпавший флажок указывает, какое из двух реле сработало. Другая пара замыкающих контактов подает напряжение на катушки реле 860Д или 861Д, которые своими размыкающими контактами разрывают цепь питания реле 860А или 861А. Это делается для того, чтобы предохранить катушки реле 860А и 861А от выхода из строя, так как величины напряжений, под которыми они оказываются при замыканиях на землю в цепях тяговых двигателей, изменяются в широких пределах и могут быть достаточно большими. Сигнальные реле 860В, 861В можно вернуть в исходное состояние с помощью кнопки на лицевой стенке блока защит 850, действующей на механические защелки этих реле (см. ниже).

На электровозах ЧС4^т параллельно сигнальным лампам 888, 897 включена катушка реле 342; размыкающие контакты этого реле отключают цепи реостатного тормоза при появлении «земли» в цепях вторичных обмоток тягового трансформатора (подробнее о работе реле 342 см. § 24 «Цепи управления электровозом ЧС4^т»). Отметим также, что на электровозах ЧС4^т поменяли местами точки подсоединения датчиков заземления к блоку защит 850: провода 190, 191, идущие от средних точек групп резисторов 122, 123, подключены к зажимам 51, 55 блока, а корпус электровоза (провод 999) — к зажимам 52, 54.

Начиная с электровозов ЧС4-062 в схему дополнительно включено сигнальное реле 028В1, 029В1 (на рис. 205 не показаны). Оно контролирует наличие постоянного напряжения на входе блока защит 850. При исчезновении питающего напряжения указанное реле разрывает своими замыкающими контактами в проводах 500, 470 цепь питания удерживающей катушки главного выключателя, вызывая отключение последнего.

На электровозах ЧС4^т блок защит 850 используется также для отключения ГВ и подачи соответствующего сигнала при возникновении токовых перегрузок в цепях реостатного тормоза. Датчиками этой защиты служат шесть реле перегрузки 065—067, включенные последовательно с тормозными резисторами (см. рис. 61). Блок-контакты трех реле перегрузки одной тележки электровоза соединены параллельно

и воздействуют на одно из двух сигнальных реле — 028В2, 029В2 и 030В1, 030В2 (на рис. 205 не показаны). Принцип работы указанных групп реле такой же, как у защитных реле 025—027.

Конструктивно шкаф блока защит 850 (рис. 206) состоит из неподвижной 1 и откидной 2 частей. В неподвижной части находится стекло-

текстолитовая панель с низко-
вольтными и высоковольтными
зажимами и реле заземления.
С правой стороны установлена
кнопка К1 — для восстано-
вления сигнальных реле в исходное
положение.

Обе части шкафа соединены
между собой петлями 3. В от-
кидной части расположена па-
нель из стеклотекстолита, с
обеих сторон которой смонтиро-
ваны реле и другие элементы
блока защит 850: на задней сто-
роне — измерительные реле, кон-
денсаторы и резисторы, на перед-
ней — все сигнальные реле, реле
времени и промежуточное реле
852. Лицевая сторона шкафа за-
крыта прозрачным оргстеклом,
что позволяет обнаружить сра-
ботавшее сигнальное реле без от-
крывания шкафа. Нажатием
кнопки К2 возвращают в исход-
ное состояние сигнальные реле
защиты от замыкания на землю
в тяговых цепях.

В шкафу установлены реле
пяти типов: ERL, RP40L,
RP40LTL, RP40LVN и RP100L
(RP102L — на электровозах
ЧС4^т), представляющие собой
электромагнитные реле с маг-
нитной системой клапанного ти-
па. Реле рассчитаны на значи-
тельные перегрузки, обладают
достаточным быстродействием и
отсутствием вибрации контак-
тов. Каждое реле имеет по два-
три перекидных контакта.

Реле ERL являются измери-
тельными реле. Семь реле этого
типа (145А — 148А, 701А, 008А,
009А) использованы как токовые

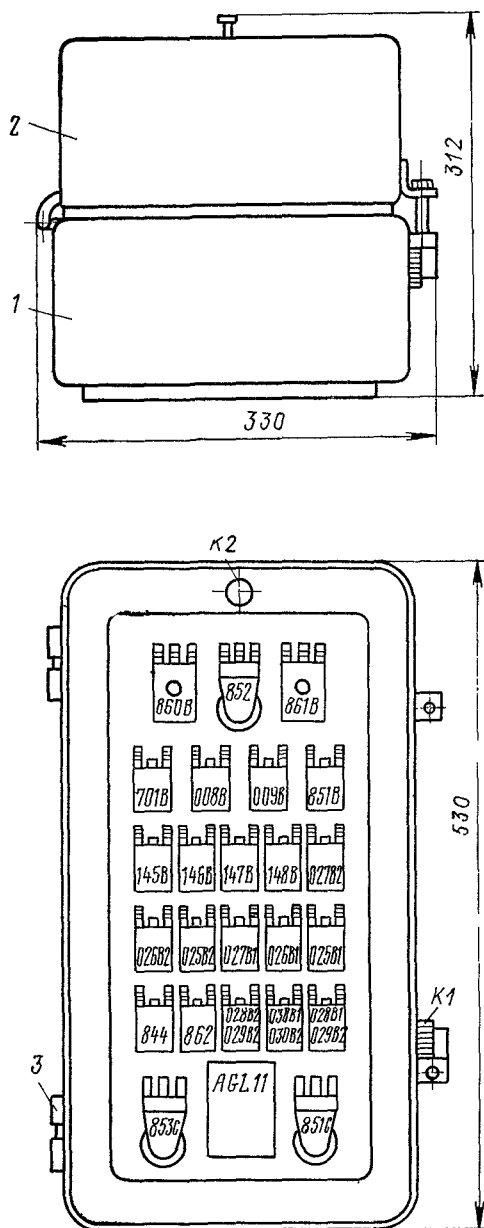


Рис. 206 Шкаф блока защит 850

реле. Номинальный ток реле 008А составляет 0,5 А, остальных — 5 А. Диапазон уставки всех реле 0,8—1,7 номинального тока. Потребляемая мощность реле при номинальном токе — 1,6 ВА. Четыре реле ERL (851А, 853А, 860А и 861А) работают как реле напряжения.

Реле 851А срабатывает при снижении напряжения. Номинальное напряжение реле 240В постоянного тока. Включение реле происходит при 197,6 В, выключение — при 180,6 В на обмотке собственных нужд тягового трансформатора. Потребляемая мощность реле при номинальном напряжении 8 ВА.

Реле 853А включается при повышении напряжения. Номинальное напряжение его 150 В постоянного тока. Включение реле происходит при 260 В, выключение — при 229В на обмотке собственных нужд тягового трансформатора. Потребляемая мощность реле при номинальном напряжении 3 ВА.

Реле 860А и 861А замыкают свои контакты при наличии заземления в силовой цепи электровоза и напряжении на вторичной стороне тягового трансформатора не менее 80 В.

В качестве сигнальных реле применены сходные по конструкции реле двух типов: RP40L и RP100L (RP102L — на электровозах ЧС4^т). На торцевой стороне реле имеются панели с сигнальными флажками, выпадающими при включении реле. Реле RP40L (860В и 861В) имеют механические защелки, которые фиксируют флажки после срабатывания реле. Реле RP100L [RP102L] (145В — 148В, 701В, 008В, 009В, 025В — 030В, 851В и 862В) механических защелок не имеют, и их сигнальные флажки удерживаются в сработавшем положении благодаря наличию цепей самоподпитки самих реле. Используемые на электровозах ЧС4^т реле RP102L по конструкции не отличаются от реле RP100L, но имеют повышенную износоустойчивость, что достигнуто благодаря применению серебряных контактов.

Все перечисленные сигнальные реле имеют номинальное напряжение 48 В. Два реле RP100L выполнены на номинальное напряжение 24 В и используются как промежуточные (851D и 853D). Также в качестве промежуточных применены два реле RP40LVN (860D и 861D). Реле RP40LTL (851C и 853C) имеют якорь с медным цилиндрическим экраном для обеспечения задержки на отпадание.

Промежуточное реле 852, осуществляющее отключение ГВ, выполнено на базе реле RP40L без сигнальных флажков.

Контакты реле рассчитаны на следующие токи при номинальном напряжении:

Длительный ток	6 А
Ток включения	10 »
Ток выключения при индуктивном характере нагрузки	2 »

Параметры элементов, размещенных в шкафу блока защит 850, приведены в приложениях III — VI. Электрический монтаж в шкафу выполнен медным проводом.

Подключение к цепям электровоза осуществляют через штеккерный разъем. Шкаф имеет заземляющий болт, который соединен с корпусом

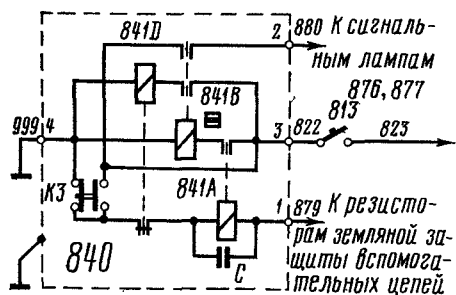


Рис. 207. Схема группы реле 840

водской тип AGL21), состоящая из трех реле — измерительного реле напряжения (тип ERL), сигнального реле (RP40L) и промежуточного реле (RP40LVN). Датчиками замыкания на землю служат резисторы 227, 228, включенные параллельно обмотке собственных нужд тягового трансформатора (см. рис. 68, 70). Группа реле 840 работает аналогично группам реле 860 и 861. Измерительное реле 841А реагирует на снижение сопротивления изоляции во вспомогательных цепях и срабатывает, когда его величина уменьшается до 4,5 кОм; номинальное напряжение реле 240 В.

При включении реле 841А своими замыкающими контактами подсоединяет к плюсовому проводу 822 катушку сигнального реле 841В, которое включает на пультах управления сигнальные лампы «Земля во вспомогательных цепях» (876, 877). Другая пара замыкающих контактов сигнального реле 841В подает питание на катушку промежуточного реле 841Д, служащего для отключения катушки измерительного реле 841А от цепи датчиков подобно тому, как это осуществляется в группах реле 860 и 861.

При отсутствии напряжения во вспомогательных цепях наличие заземления можно проверить пружинной кнопкой КЗ.

Шкаф с группой реле 840 установлен в поперечном коридоре за первой кабиной машиниста, заземлен и при эксплуатации должен иметь пломбу.

§ 62. АВТОМАТИЧЕСКИЕ ЗАЩИТНЫЕ ВЫКЛЮЧАТЕЛИ

Токовую защиту низковольтных цепей, а также цепей переменного напряжения 220 В на электровазозах ЧС4 и ЧС4^т осуществляют малоомощные автоматические защитные выключатели (АЗВ) типа IJM. Некоторые из них использованы также в качестве коммутирующих (включающих и выключающих) аппаратов. На электровазозах ЧС4 почти все АЗВ установлены в кбинах машиниста, а на электровазозах ЧС4^т они вынесены в поперечные коридоры за кбинами.

АЗВ типа IJM имеют электромагнитные и термические включающие устройства, которые действуют независимо друг от друга. В момент короткого замыкания якорь притягивается и вызывает мгновенное раз-

мыкание контактов (электромагнитное быстродействующее выключение). Термическое выключающее устройство исключает срабатывание АЗВ при кратковременных безопасных перегрузках. Это замедление на срабатывание зависит от времени нагрева биметаллических пластинок, по которым протекает ток. При кратковременных перегрузках удлинение биметаллических пластин из-за небольшого нагрева незначительно, и поэтому АЗВ не срабатывает. В случае когда перегрузка длится дольше определенного времени или происходит значительное увеличение тока за короткий промежуток времени, биметаллические пластины удлиняются сильнее, что приводит к отключению АЗВ.

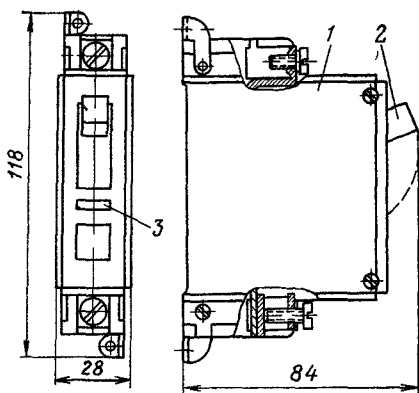


Рис. 208. Автоматический защитный выключатель АЗВ

Разрыв дуги происходит в дугогасительной камере с деионизационной решеткой. Дугогасительная камера, как и весь механизм АЗВ, помещена в бакелитовом корпусе 1 (рис. 208), который монтируют на электровозе с помощью двух винтов М4. Так как гашение дуги осуществляется с помощью постоянного магнита, то при монтаже АЗВ необходимо соблюдать полярность его включения. По той же причине не рекомендуется устанавливать АЗВ непосредственно на каркасах из стали и других магнитных материалов. На лицевой стороне АЗВ расположен рычажок 2, с помощью которого можно вручную включить и выключить АЗВ, и сигнальный флажок 3 зеленого цвета, выпадающий при автоматическом срабатывании АЗВ. После автоматического выключения АЗВ рычажок остается во включенном (верхнем) положении, и для повторного включения необходимо его вернуть в выключенное (нижнее) положение, а затем опять включить.

Технические данные автоматического защитного выключателя следующие:

Номинальное напряжение	500 В переменного или 130 В постоянного тока
Время срабатывания	25 с при $3,5 I_{ном}$ 0,2 с при $5,0 I_{ном}$
Количество срабатываний	50 000
Масса	0,23 кг
Номинальные токи	1; 2; 2,4; 3,5; 6; 10; 15; 25 А

§ 63. ПЛАВКИЕ ПРЕДОХРАНИТЕЛИ

Для защиты собственных нужд на электровозе ЧС4 используют плавкие предохранители РР (рис. 209). Предохранитель представляет собой фарфоровую трубку 1, заполненную кварцевым песком и закры-

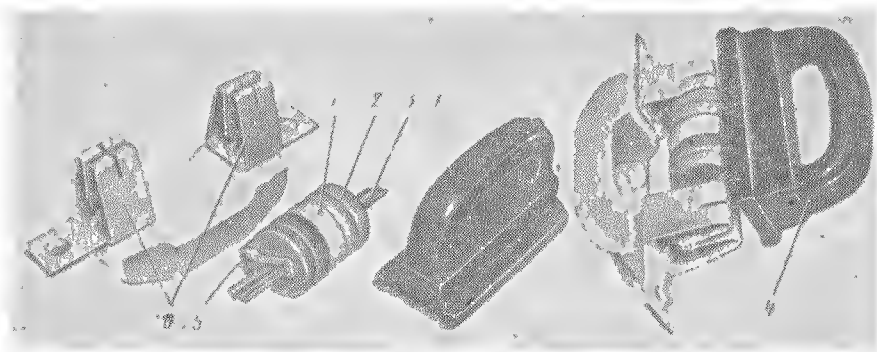


Рис. 209. Плавкий предохранитель PR

тую металлическими колпачками 2, через которые проходят контактные стержни 3. При превышении током допустимой величины помещенная внутри фарфоровой трубки плавкая вставка с калиброванным сечением расплавляется и защищаемая цепь отключается от источника тока. При этом в прорези колпачка предохранителя показывается красный сигнальный флажок 5. Установку предохранителей в контактные зажимы 6 осуществляют с помощью специальных держателей 4.

Параметры предохранителей приведены в приложении VII.

§ 64. УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОТВОДА ТОКА

Устройство ЗРСЛ для отвода тока (рис. 210) предназначено для заземления силовых цепей электровоза непосредственно через колесные пары, минуя роликовые буксовые подшипники. Оно смонтировано на торцах осей четырех колесных пар (на 2-й и 5-й — с двух сторон и на 1-й и 6-й — с одной стороны).

На торце буксовой шейки колесной пары 18 укреплен контактный диск 17, к которому пружиной 5 прижимаются специальные щетки 12. Щетки смонтированы на диске-держателе 16 с помощью скоб 11 с резиновыми амортизирующими прокладками и установочными болтами 14. Резиновые прокладки предназначены для предупреждения скола щеток. Диск-держатель щеток воспринимает усилия, возникающие в результате трения щеток о контактный диск под действием пружины и от вибраций при движении электровоза. Он зафиксирован от поворота направляющими упорами 4 с резиновыми прокладками. Для амортизации в горизонтальном направлении между втулками 6 и 15 также установлена резиновая прокладка.

В диск-держатель щеток запрессована втулка 15 с гнездом для шарика 9, геометрический центр которого при неподвижном электровозе находится на геометрической осевой линии оси колесной пары. Вторым гнездом для шарика служит углубление в опорной втулке 6, своей внутренней цилиндрической частью надетой на полый цилиндриче-

ский прилив крышки 10, которая болтами укреплена на корпусе заземлителя. Помещенная между крышкой 10 и опорной втулкой спиральная пружина 5 через шарик 9, втулку 15 и диск-держатель 16 щеток давит на щетки 12. Кроме того, между втулками установлена уравнивающая пружина 3. Этим достигается хороший контакт между щетками и контактным диском. Усилие нажатия на щетки составляет 2,5 кгс.

К диску-держателю щеток болтами прикреплен гибкий медный шунт 2. Другой конец шунта укреплен на контактном зажиме 19, помещенном в корпусе 13 заземлителя. Эта часть корпуса закрыта крышкой 1. От контактного зажима через гибкие шунты ток с помощью щеток отводится к контактному диску 17 и далее к торцу оси колесной пары электровоза.

В крышке 10 имеется отверстие, закрытое маленькой откидной крышкой 8, предназначенное для проверки износа щеток. Износ щеток определяют измерением расстояния на торцевой поверхности штыря 7 до наружной плоскости крышки 10.

При движении электровоза и прохождении неровностей пути ось колесной пары может незначительно поворачиваться по отношению к корпусу буксы. Одновременно происходит и поворот деталей устройства для отвода тока. Такое перемещение не вызывает нарушения контакта между щетками и контактным диском, так как диско-держатель со щетками поворачивается на шарике, благодаря чему щетки постоянно остаются прижатыми всей своей рабочей поверхностью к контактному диску.

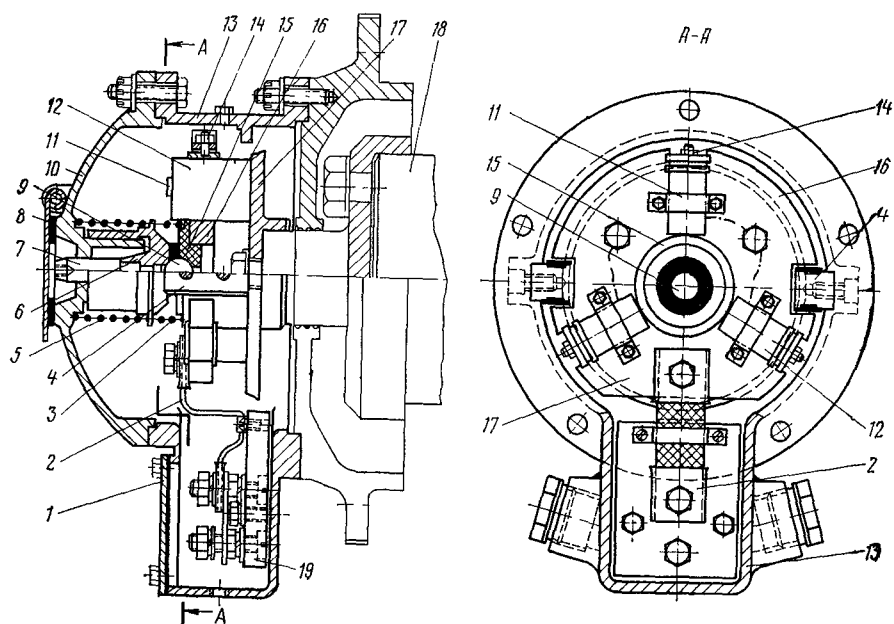


Рис. 210. Устройство ЗРКЛ для отвода тока

К одному из заземлительных устройств подходит кабель от рамы тележки электровоза. Это сделано для того, чтобы при пробое изоляции аппаратуры, кабелей или обмоток электродвигателей ток короткого замыкания не проходил через опоры кузова, роликовые подшипники тяговых двигателей, карданную муфту, шестерни, детали рессорного подвешивания, буксы колесных пар, а также через автосцепку к вагонам.

Незначительная величина электрического сопротивления устройства (по сравнению с сопротивлением других деталей) обеспечивает прохождение через него практически всего тока.

Устройство ЗРСЛ рассчитано на номинальный ток 300 А. Износ щеток допускается не более 14 мм. Масса устройства 14 кг. В процессе эксплуатации следует проверять степень износа щеток, состояние и целостность кабелей между кузовом и тележками.

На электровозах начиная с ЧС4-212 устанавливается устройство для отвода тока 4РСЛ, принципиально подобное устройству ЗРСЛ. Отличие заключается в конструктивном оформлении отдельных деталей.

При ревизии, связанной с разборкой устройства, надлежит тщательно очистить от грязи все детали и неисправные заменить. Подлежат замене скобы, имеющие трещины, диски с разработанными размерами пазов под щетки, щетки с высотой менее 42 мм. Износ щеток определяют по уменьшению длины выступающей части штыря 7 втулки 6. Шунты со следами перегрева и обрыва свыше 15% заменяют новыми. Поверхность щеток должна быть хорошо притерта к контактному диску. Контактная поверхность диска должна быть чистой и не иметь следов коррозии. Токоотводящие кабели с поврежденной изоляцией подлежат замене.

§ 65. АККУМУЛЯТОРНАЯ БАТАРЕЯ

На электровозах ЧС4 и ЧС4^т установлены щелочные никель-кадмиевые аккумуляторные батареи. По сравнению со свинцовыми они при одинаковой емкости имеют меньший вес, меньшую чувствительность к перезаряду и недозаряду, а также больший срок службы. Они мало чувствительны к тряске и толчкам, лучше выдерживают короткие замыкания (из-за большого электрического сопротивления). Отдача энергии в никель-кадмиевых аккумуляторах не превышает 50—55%, т. е. аккумулятор отдает половину сообщенной ему мощности.

Установленная на электровозе ЧС4 аккумуляторная батарея НКТ160 имеет емкость 160 А·ч и номинальное напряжение 48 В, напряжение одного элемента — 1,2 В. Батарея состоит из 40 элементов, соединенных в две самостоятельные группы. Одна группа включает в себя 37, другая — три элемента. Элементы каждой группы соединены между собой облуженными медными перемычками.

При работе электровоза заряжаются одновременно обе группы элементов. Величина зарядного тока не должна превышать 40 А.

Зарядное напряжение на один элемент при нормальных температурных условиях составляет 1,8—1,9 В, при низких температурах — 2—2,2 В. Полностью заряженная аккумуляторная батарея обеспечивает питание цепей управления, радиостанции, АЛСН, а также необходимое по условиям работы электровоза освещение при неработающем зарядном устройстве в течение 2 ч. В конце двухчасового разряда напряжение батареи не должно быть ниже 45 В.

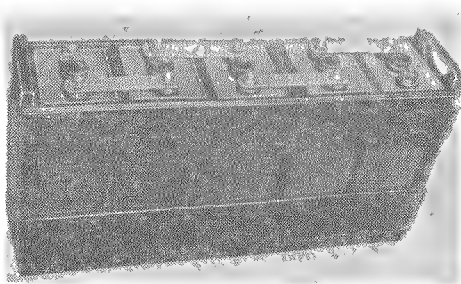


Рис 211. Ячейка с элементами аккумуляторной батареи

Элементы аккумуляторной батареи укомплектованы по пять штук в деревянных ячейках (рис. 211), которые устанавливаются в двух металлических ящиках под кузовом электровоза. В каждом ящике установлено по двадцать аккумуляторных элементов. Деревянные ячейки смонтированы на выдвигной раме. Конструкция металлических ящиков исключает попадание пыли, влаги и снега на аккумуляторные элементы. На этих ящиках имеется устройство для отвода газов. Аккумуляторная батарея снабжена штепсельными разъемами для соединения с низковольтными цепями электровоза, а также для зарядки от стационарных источников в депо.

Отдельный аккумуляторный элемент имеет габаритные размеры $104 \times 128 \times 320$ мм, масса — 8,4 кг. Он состоит из наполненного электролитом металлического сосуда, в котором помещено девять отрицательных и десять положительных пластин. Одноименные пластины соединены в блоки, которые имеют выводные зажимы с гайками.

В состав электролита входит гидроокись калия и дистиллированная вода. Плотность электролита при температуре окружающего воздуха от -15 до $+40^\circ\text{C}$ должна быть 1,19—1,21 г/см³, при температуре ниже -15°C — 1,25—1,27 г/см³ (без добавления моногидрата лития). Уровень электролита в элементах должен быть на 25—30 мм выше пластин.

Если элементы батареи работают при постоянных условиях, рекомендуется производить замену электролита через каждые 100 циклов разряд-заряд. Как правило, замену электролита производят 2 раза в год и приурочивают к БПР. При снижении емкости у элементов ниже установленной нормы необходимо заменить электролит раньше. Перед заменой электролита необходимо произвести разряд батареи током 40 А до тех пор, пока напряжение на каждом элементе не снизится до 1 В. После разрядки электролит слить, предварительно взболтав его, а элемент немедленно промыть от 3 до 5 раз. Затем залить элемент новым электролитом. Аккумуляторные элементы нельзя оставлять без электролита свыше 1 ч. После замены электролита производят зарядку током 40 А в течение 12 ч.

Блоки 270, 271 предназначены для управления аккумуляторной батареей и противобоксовочной защитой.

Зарядное устройство ASL2 (рис. 212) аккумуляторной батареи электровоза ЧС4 состоит из двух частей: силовой 271 и управляющей 270. На электровозах, начиная с ЧС4-212 панель управления силовой частью обозначена по схеме 283. В силовую часть входит магнитный усилитель TD101, трансформатор TR103, выпрямительный мост, собранный из силовых кремниевых вентилей *D101—D104*, защищенных от коммутационных перенапряжений конденсаторами *C113—C116*. Управляющая часть включает в себя блок с измерительным устройством, управляющую панель «Regimat Z 24A» и источник питания транзисторов.

Работа зарядного устройства основана на принципе действия магнитного усилителя с внутренней обратной связью и с обмотками подмагничивания, осуществляющими регулирование выходного напряжения и зарядного тока в нагрузочных обмотках 1—4 и 5—8, к выводам которого подключены силовые кремниевые вентили *D105* и *D106*, защищенные конденсаторами *C111* и *C112*. Для охлаждения оборудования зарядного агрегата в его шкафу установлены вентиляторы, электродвигатели *V1* и *V2* которых также питаются переменным напряжением.

Питающее напряжение подводится к зажимам 16, 17. Ток через предохранитель *P* проходит по нагрузочным обмоткам магнитного усилителя и первичной обмотке трансформатора TR103. Ко вторичной обмотке трансформатора TR103 подключен выпрямительный мост *D101—D104*. Средняя величина выпрямленного напряжения на выходе этого моста поддерживается постоянной путем изменения индуктивного сопротивления нагрузочных обмоток магнитного усилителя 1—4 и 5—8. Подмагничивание сердечника магнитного усилителя осуществляется постоянным током, протекающим через обмотки управления так, что средняя величина выпрямленного напряжения остается неизменной. При увеличении питающего переменного напряжения или при уменьшении нагрузочного тока индуктивное сопротивление нагрузочных обмоток увеличивается и, наоборот, при уменьшении питающего переменного напряжения или увеличении нагрузочного тока величина индуктивного сопротивления уменьшается.

Имеются две группы обмоток управления: последовательно включенные между собой обмотки 11—12 и 13—14, и также последовательно включенные обмотки 15—16 и 17—18. Последние через дроссель TL102 и резисторы *R103—R105* подключены на стабилизированное выпрямленное напряжение. Функцией обмоток 15—16 и 17—18 является снижение индуктивного сопротивления нагрузочных обмоток магнитного усилителя, что влечет повышение средней величины выпрямленного напряжения.

Обмотки 11—12 и 13—14 подключены к постоянному напряжению через управляющую панель Z24A, которая представляет собой транзисторный усилитель, работающий в релейном режиме. Панель

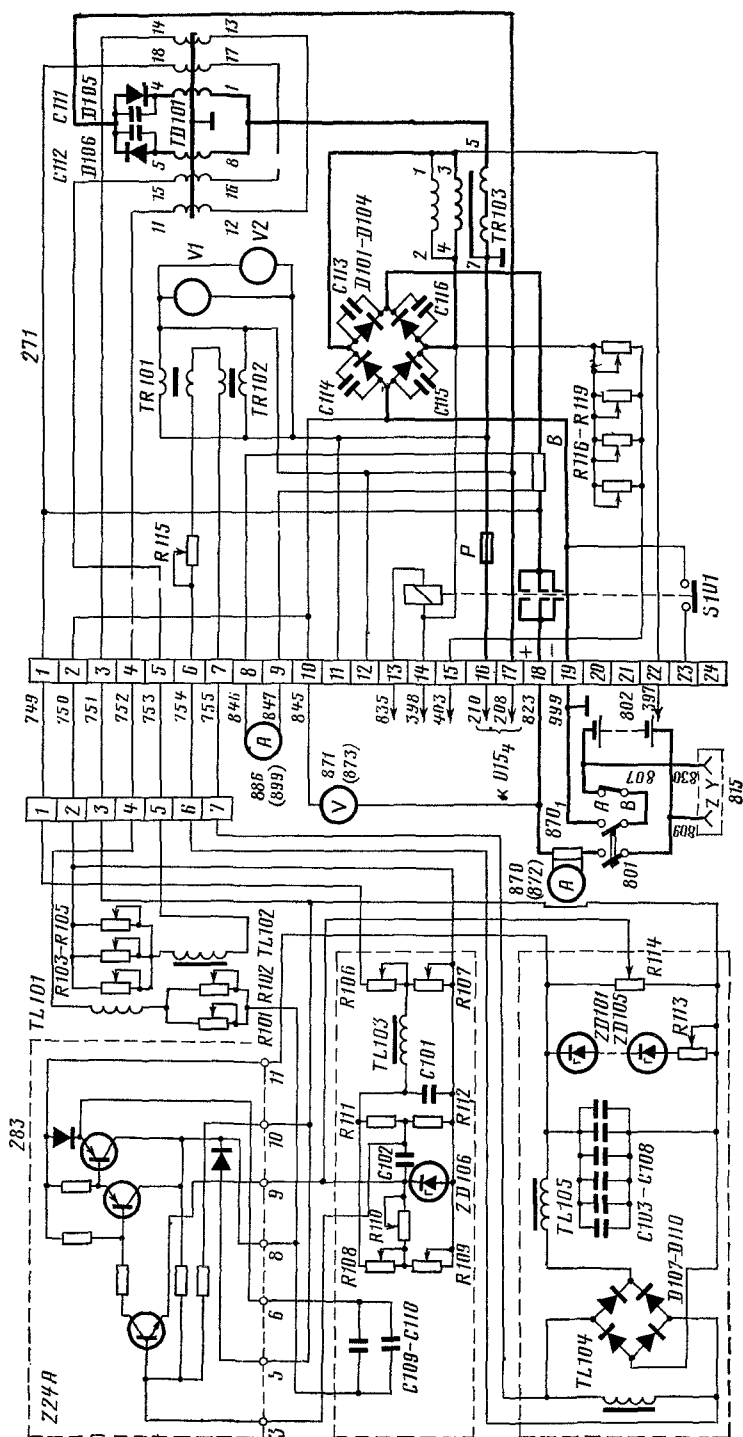


Рис. 212. Схема зарядного устройства ASL2 аккумуляторной батареи электровоза ЧС4

включает в себя два транзистора *p-n-p* и один транзистор *n-p-n*, защиту которых от перенапряжений осуществляет диод. Технические данные управляющей панели «Regimat Z 24A» следующие:

Питающее напряжение на входе	+12,0, —12 В
Максимальное положительное напряжение на входе	+30 В
Максимальное отрицательное напряжение на входе	—9 В
Входное сопротивление	8,2 кОм
Минимальное сопротивление нагрузки	23 Ом
Максимальная частота	1 кГц
Диапазон рабочих температур	от —20 до +50° С
Масса	0,45 кг

Протекающий по обмоткам 11—12 и 13—14 постоянный ток вызывает увеличение индуктивного сопротивления нагрузочных обмоток магнитного усилителя, что в свою очередь приводит к уменьшению средней величины выпрямленного напряжения.

Измерительным элементом является мостик, состоящий из резисторов *R108—R112* и стабилитрона *ZD106*. Мостик подключен на выход выпрямительного моста *D101—D104* через делитель *R106—R107*, дроссель *TL103* и конденсатор *C101*. Температурная компенсация измерительного мостика осуществляется с помощью нелинейного резистора *R112*. Выводы измерительного мостика, к которым подключен фильтрующий конденсатор *C102*, соединены с управляющей панелью *Z24A*.

Питающее постоянное напряжение к транзисторам на панели *Z24A* подводится от источника, состоящего из трансформаторов *TR101* и *TR102*, регулируемого резистора *R115*, дросселя *TL104* и выпрямительного моста, состоящего из диодов *D107—D110*.

Выпрямленный ток фильтруется дросселем *TL105* и батареей конденсаторов *C103—C108*, а затем стабилизируется с помощью регулирующего резистора *R113* и стабилитронов *ZD101—ZD105*. Выпрямленное напряжение подается на делитель *R114* и с него — на управляющую панель *Z24A*.

Управление магнитным усилителем происходит следующим образом: при возрастании мгновенного значения напряжения нарушается равновесие измерительного мостика *R108—R112*, заряжается конденсатор *C102*, что вызывает «открытие» управляющей панели *Z24A*, и по обмоткам 11—12 и 13—14 магнитного усилителя начнет протекать ток. По этой причине индуктивное сопротивление нагрузочных обмоток магнитного усилителя повысится, что приведет к снижению средней величины выпрямленного напряжения.

Если же мгновенное значение выпрямленного напряжения уменьшится и станет ниже установленной стабилизированной величины, то выходной сигнал с измерительного мостика снизится до величины, при которой произойдет «закрытие» управляющей панели *Z24A*. Питание обмоток 11—12 и 13—14 прекратится, индуктивное сопротивление нагрузочных обмоток магнитного усилителя уменьшится и выпрямленное напряжение возрастет.

Для регулирования величины выходного стабилизированного напряжения предназначен резистор $R106$. С уменьшением величины сопротивления регулировочного резистора напряжение понижается. Регулировать величину сопротивления следует при выключенных зарядном устройстве и аккумуляторной батарее.

Силовая часть зарядного устройства размещена в отдельном металлическом шкафу. На лицевой стороне шкафа шестью пружинными зазорами крепится съемная крышка, обеспечивающая доступ к магнитному усилителю, силовым кремниевым вентилям, дросселю, резисторам, конденсаторам и другим элементам блока. Электрический монтаж выполнен медными шинами и многожильными проводами, которые выведены на общую рейку зажимов. На корпусе шкафа имеется заземляющий болт.

Блок 270 представляет собой металлический шкаф с аппаратурой управления зарядным устройством и противобоксовочной защитой. Элементы управления блоком 270, размещенные на трех панелях, установлены с внутренней стороны дверцы шкафа. Электрическое соединение элементов блока управления с силовой частью зарядного устройства и цепями электровоза осуществляется через штепсельные разъемы.

Аппаратура управления противобоксовочной защитой смонтирована на задней стенке шкафа блока 270 и включает в себя бесконтактные регулирующие и управляющие элементы и блок питания аналогичные элементам управления зарядным устройством аккумуляторной батареи. Там же расположены отключающие реле и реле подсыпки песка.

В нижней части шкафа, как и в блоке 271, установлены два вентилятора для охлаждения размещенной аппаратуры. Корпус шкафа заземлен с помощью специального болта.

Технические данные зарядного устройства ASL2 следующие:

Номинальное питающее напряжение	220 В $\pm 25\%$
Номинальное стабилизированное напряжение	$56 \pm 1,5$ В
Максимальный ток нагрузки	82 А
Максимальная подводимая мощность при $\cos \varphi = 0,35$	22 кВА
Изоляционное сопротивление зажимов рейки относительно корпуса*	20 МОм
Габаритные размеры блока 270	$1000 \times 650 \times 400$ мм
То же блока 271	$1460 \times 600 \times 430$ »
Масса блока 270	120 кг
То же блока 271	180 »

* При испытании электрической прочности напряжением, большим 500 В, необходимо отключить блок 271 от цепи электровоза и аккумуляторной батареи.

На электровозах ЧС4^т установлено зарядное устройство ASL3. Так же, как и система ASL2, оно построено на бесконтактных элементах, однако в качестве исполнительных органов в нем использованы тиристоры, работающие в режиме фазового регулирования выпрямленного напряжения.

Силовая часть устройства представляет собой полууправляемый выпрямительный мост; фазовое регулирование осуществляет система управления устройства в зависимости от величин зарядного тока и напряжения. Для пояснения принципов действия зарядного устройства ASL3 целесообразно сначала рассмотреть его структурную схему (рис. 213), а затем перейти к принципиальной электрической схеме (рис. 214).

Питание аккумуляторной батареи 802 и низковольтных цепей электрова (они условно обозначены резистором H) происходит от выпрямительного моста через сглаживающий реактор $TL2$. Угол открытия тиристоров регулируется таким образом, что средняя величина выходного напряжения поддерживается постоянной при изменении питающего напряжения и нагрузки. Управление тиристорами осуществляет генератор импульсов GI , связанный с управляющей панелью R . Панель состоит из двух самостоятельных узлов: регулятора напряжения R_u и регулятора тока R_i , в которых происходит сравнение действительных величин напряжения и тока с заданными (по мгновенным значениям). Величина действительного напряжения снимается с регулируемого резистора $R303$, включенного параллельно аккумуляторной батарее, а заданное (опорное) напряжение обеспечивает источник стабилизированного питания N . Датчиком тока служит магнитный усилитель $TD2$, включенный последовательно с аккумуляторной батареей. Сигнал с него сравнивается в регуляторе тока с требуемой величиной ограничения зарядного тока, которая также задается с помощью панели N .

Заряд аккумуляторной батареи происходит по характеристике, изображенной на рис. 215. Когда напряжение ниже заданного и ток достиг установленной величины (40 А), сигнал на выходе регулятора тока отрицательный, и диод $D403$ пропускает его в генератор импульсов. В этом случае сигналы в генератор импульсов приходят с обоих регуляторов, и режим заряда батареи осуществляется в соответствии с вертикальным участком характеристики. По мере повышения напряжения на батарее отрицательный сигнал с регулятора тока уменьшается до нуля (точка K на рис. 215), а затем изменяет полярность на положительную. В момент, соответствующий точке K , диод $D403$ блокирует сигнал регулятора тока, и в генератор импульсов приходит

сигнал от одного лишь регулятора напряжения. При этом фаза импульсов, а следовательно, угол открытия тиристоров определяются только величиной напряжения, и выходное напряжение стабилизируется на заданном уровне (см. горизонтальный участок характеристики).

Панель NP осуществляет токовую защиту зарядного устройства. Для рассмотрения от-

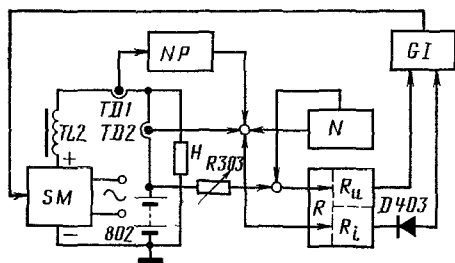


Рис. 213. Структурная схема зарядного устройства ASL3 аккумуляторной батареи электрова ЧС4^т

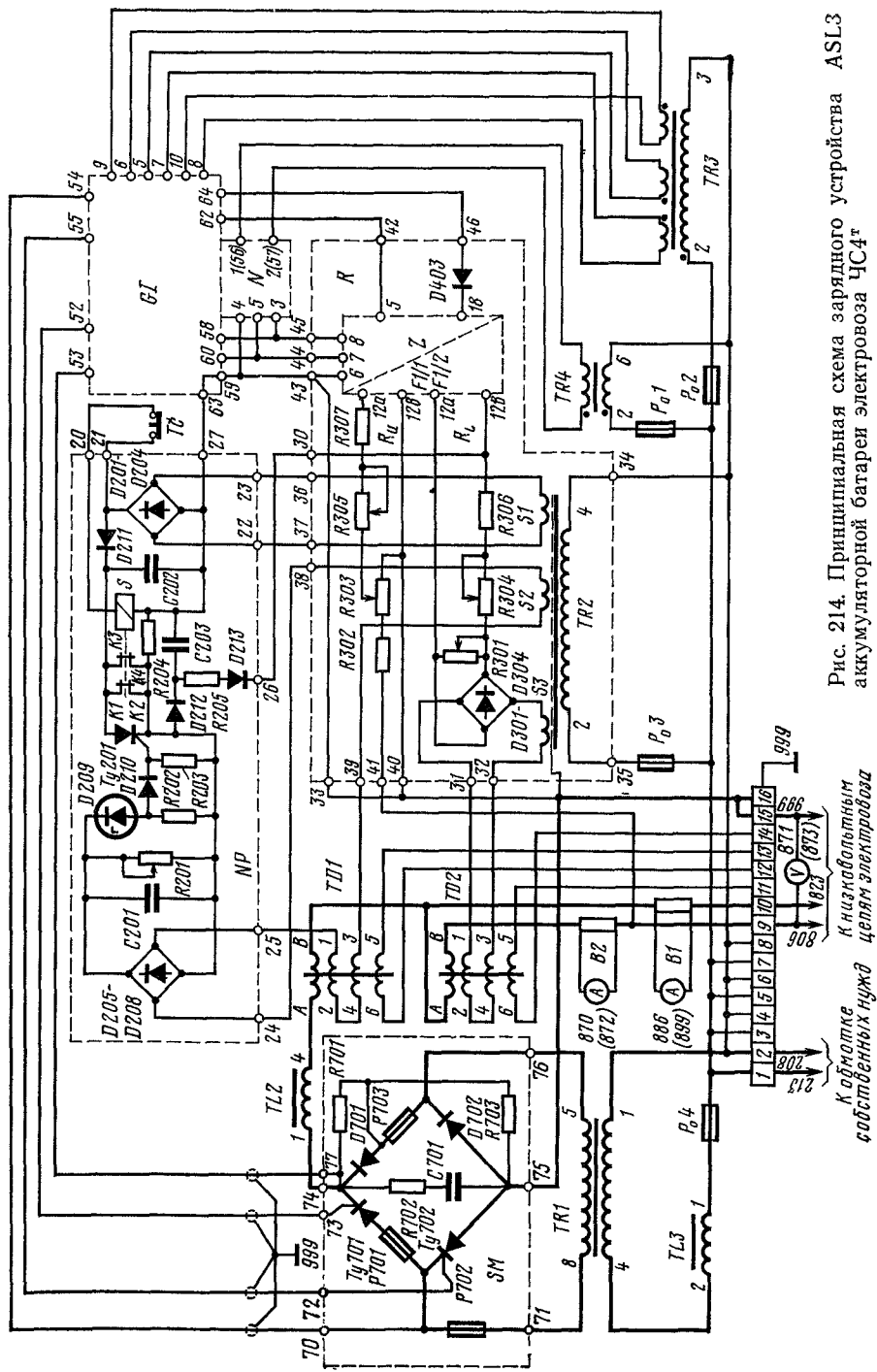


Рис. 214. Принципиальная схема зарядного устройства АСЛЗ аккумуляторной батареи электролиза ЧС4r

К обмотке
собственных нужд
к изм. токовому
элементу

дельных узлов зарядного устройства воспользуемся его принципиальной схемой (см. рис. 214). Силовой мост *SM* собран из двух тиристоров *Ty701*, *Ty702* типа Т250— 7 -го класса и двух неуправляемых вентилей *D701*, *D702* (тип D200, 7-й класс). От токовых перегрузок вентили защищены быстродействующими предохранителями *P701—P703* (тип *PC350* на ток 200 А), от перенапряжений — контуром *RC* (*R702*, *C701*). Надежное отпирание тиристорov обеспечивает подхватывающие резисторы *R701*, *R703*.

Переменное напряжение к силовому мосту подводится от понижающего трансформатора *TR1*, первичная обмотка которого через выводы 1—2 общей рейки зажимов связана с секцией *E—G* обмотки собственных нужд тягового трансформатора (номинальное напряжение 221 В). Аккумуляторная батарея и низковольтные цепи электровоза подключены к силовому мосту со стороны выпрямленного напряжения, причем в плюсовых проводах (выводы 9, 10) установлены измерительные шунты *B1* (для контроля зарядного тока) и *B2* (контроль тока нагрузки). Минусовыми являются выводы 15, 16, причем, последний электрический соединен с корпусом электровоза.

Управляющие импульсы на тиристоры приходят с выводов 52, 53 и 54, 55 транзисторного генератора импульсов *GI*, который формирует и синхронизирует импульсы, а также осуществляет их сдвиг по фазе. Переменное напряжение к генератору подводится через трансформатор *TR3*, связанный с выводами 1—8 общей рейки зажимов. Постоянное напряжение обеспечивает источник стабилизированного питания *N*, преобразующий переменное напряжение, получаемое от трансформатора *TR4*, в постоянное —15; 0; +15 В. Панель *N* включает в себя выпрямительный мост с фильтром, стабилитроны и двухступенчатый транзисторный усилитель.

Помимо генератора импульсов от панели *N* питаются транзисторные усилители постоянного тока *AZ92K* и узел опорного напряжения в управляющей панели *R*. Регулятор напряжения состоит из измерительной части (цепь резистора *R303*,) резонансного фильтра *F1/1*,

настроенного на резонансную частоту 100 Гц, и усилителя *AZ92K/1*, расположенного на панели *Z*. Выходной сигнал снимается с вывода 42 управляющей панели *R* и приходит на вывод 62 панели *GI*. Настройка регулятора напряжения осуществляется с помощью регулируемых резисторов *R303* (грубая) и *R305* (точная). Диапазон регулирования выходного напряжения зарядного устройства 49,6—65,1 В. Напряжение повышается с уменьшением величины сопротивления резистора *R303* и с увеличением *R305*.

Регулятор тока включает в себя выпрямительный мост *D301—D304*, подключенный ко вторичной обмотке *S3* трансформатора *TR2* через последовательно с ним соединенные рабочие обмотки магнитного усилителя *TD2*

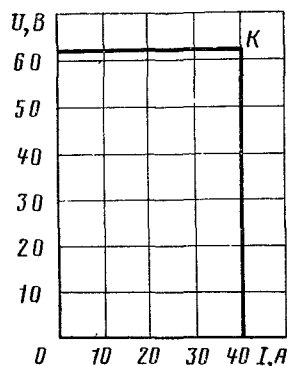


Рис. 215. Характеристика зарядного устройства ASL3

(рабочий ток магнитного усилителя пропорционален зарядному току). Со стороны постоянного тока моста аналогично регулятору напряжения включены регулируемые резисторы ($R301$, $R304$), резонансный фильтр ($F1/2$) и усилитель ($AZ\ 92K/2$). Выходной вывод 46 управляющей панели R связан с выводом 64 панели $G1$. Грубую настройку регулятора тока осуществляют изменением сопротивления резистора $R301$, точную — $R304$. Диапазон изменения уставки ограничения зарядного тока 25—50 А. Уставка повышается с уменьшением величины сопротивления $R301$ и увеличением $R304$.

Панель NP предназначена для токовой защиты зарядного устройства и обеспечения задержки включения системы управления приблизительно на 2 с после подачи переменного напряжения (для исключения влияния переходных процессов на работу электронных панелей). В качестве датчика токовой защиты использован, как указано выше, магнитный усилитель $TD1$, рабочие обмотки которого питаются от обмотки $S2$ трансформатора $TR2$, установленного на управляющей панели R . Рабочий ток магнитного усилителя, пропорциональный зарядному току выпрямляется мостом $D205$ — $D208$ с параллельно включенным фильтрующим конденсатором $C201$ и проходит через регулируемый резистор $R201$. Измерительная цепь панели защиты состоит из последовательно включенных стабилитрона $D209$ и резистора $R202$. К последнему через защитный диод $D210$ подключена цепь управляющий электрод-катод тиристора $Ty201$, который является исполнительным элементом защитной панели NP . Постоянное напряжение на анод-катод тиристора $Ty201$ подается через выпрямительный мост $D201$ — $D204$ с другой вторичной обмотки трансформатора $TR2$ ($S1$). К этому же источнику напряжения через размыкающий контакт кнопки Tc подключена катушка реле S , которое является вторым исполнительным элементом защитной панели NP .

Панель NP работает следующим образом. Пока на зарядное устройство не подано переменное напряжение, катушка реле S обесточена и своими параллельно подключенными контактами $K1$ — $K2$ и $K3$ — $K4$ шунтирует тиристор $Ty201$. После подачи напряжения сразу заряжается конденсатор $C202$ и до срабатывания реле S (время включения приблизительно 20 мс) через контакты этого реле и диод $D212$ — конденсатор $C203$. Напряжение с обкладок конденсатора $C203$ через резистор $R205$ и диод $D213$ прикладывается к регулятору тока, и последний обеспечивает смещение импульсов управления тиристорами $Ty701$, $Ty702$ в конец полупериода, в результате чего силовой мост SM заперт. После включения реле S размыкаются его контакты, разрывая тем самым цепь заряда конденсатора $C203$. Последний разряжается через вход усилителя тока на панели Z с постоянной времени, определяемой контуром $R205$, $C203$ — приблизительно 2 с. За это время переходные процессы, вызванные подключением питающего напряжения, заканчиваются. По мере разряда конденсатора $C203$ управляющие импульсы тириستоров $Ty701$, $Ty702$ сдвигаются влево, обеспечивая постепенное повышение выходного напряжения зарядного устройства.

Защита зарядного устройства от токовых перегрузок осуществляется следующим образом. При достижении током величины уставки срабатывания $110 \text{ А} \pm 20 \text{ А}$ падение напряжения на резисторе R_{201} становится достаточным для отпирания тиристора Ty_{201} . Включившись, тиристор Ty_{201} создает цепь питания конденсатора C_{203} , последний заряжается и обеспечивает закрытие тиристорov Ty_{701} , Ty_{702} — происходит описанный выше процесс запираания силового моста. Тиристоры Ty_{701} , Ty_{702} остаются в выключенном состоянии и после исчезновения токовой перегрузки, так как тиристор Ty_{201} открыт. Для включения зарядного устройства следует нажать кнопку T_c , контакты которой прерывают цепь питания катушки реле S , шунтирующего тиристор Ty_{201} , способствуя возвращению панели NP в исходное состояние. Как указано выше, включение зарядного устройства происходит с выдержкой времени.

Токовая защита цепей управления зарядным устройством осуществляется селективно предохранителями $P_{01}—P_{03}$ (0,3 А, 250 В), а силового моста — предохранителем P_{04} (63 А, 500 В).

Аппаратура зарядного устройства размещена в металлическом шкафу со съемными стенками, имеющими вентиляционные жалюзи. Панели управления выемные. Подсоединительные выводы, общая рейка зажимов и предохранители находятся в нижней части шкафа. Для контроля работы панелей имеются контактные гнезда, доступ к которым обеспечивается после снятия торцевой стенки шкафа (она крепится шестью болтами). На этой стенке установлена кнопка T_c включения зарядного устройства. Шкаф прикреплен к кузову электровоза четырьмя болтами $M12$.

Технические данные зарядного устройства $ASL3$ следующие:

Номинальное питающее напряжение	220 В $\pm 30\%$
Номинальное стабилизированное напряжение	62 В $\pm 2\%$
Максимальный ток нагрузки	85 А
Ограничение зарядного тока	40 »
Габаритные размеры	1320×585×420 мм
Масса	200 кг

§ 67. КУЛАЧКОВЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ И БЛОК-КОНТАКТЫ

Зависимость действия аппаратов, необходимая по условиям правильной последовательности переключений в силовой цепи, осуществляется на электровозе $ЧС4$ кулачковыми элементами $5SV$ (рис. 216). Они установлены в групповых переключателях, таких, как контроллер машиниста, переключатель ступеней, блок реверсора с переключателем режимов работы тяговых двигателей. Кулачковыми элементами управляют кулачковые шайбы, объединенные общим валом, для вращения которого используют либо ручной (контроллер машиниста), либо электропневматический (реверсор) привод.

Каждый кулачковый элемент $5SV$ состоит из опорной плиты 1 и рычага 4, изготовленных из бакелита. На рычаге укреплены ролик 5, скользящий по профилю кулачковой шайбы, латунные посеребренные

подвижной 3 и неподвижной 2 контакты и пружина 8, включающая и создающая контактное давление. Неподвижный контакт припаян к шпильке 9, подвижной гибким медным шунтом 6 соединен с контактным болтом 7. Кулачковый элемент крепится на электровозе болтом М4×20 позиция 10.

Кулачковый элемент 5SV имеет следующие технические данные:

Номинальное напряжение . 48 В
 Номинальный ток . . . 6 А
 Раствор контактов . . . 4 мм
 Провал контактов, не менее 3 »

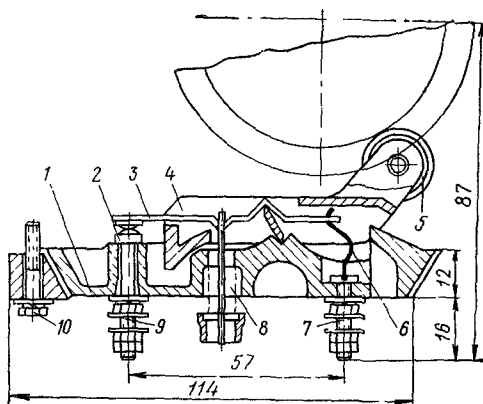


Рис 216. Кулачковый элемент 5SV

Необходимую последовательность включения и работы отдельных аппаратов обеспечивают блок-контакты. На аппаратах электровозов ЧС4 и ЧС4^т, как правило, установлены унифицированные блок-контакты (рис. 217), рассчитанные на номинальное напряжение 48 В и номинальный ток 6 А и имеющие два замыкающих и два размыкающих контакта. Такие блок-контакты имеются на блоке разъединителей токоприемников с заземлителем, главном выключателе, электропневматических и электромагнитных контакторах, реле перегрузки, воздушоструйных реле.

§ 68. ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКИЕ ВЕНТИЛИ

Электропневматические вентили предназначены для управления подачей сжатого воздуха в пневматические приводы электрических аппа-

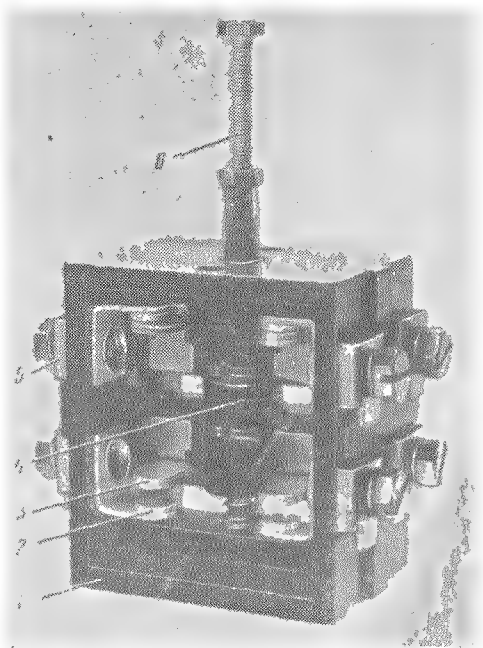


Рис. 217. Блок-контакты

ратов и механизмов, а также для управления песочницами и звуковыми сигналами.

На электровозах ЧС4 применены электропневматические вентили включающего 8VZ и 9VZ закрытого исполнения, отличающиеся друг от друга размерами. На электровозах начиная с ЧС4-212 использованы вентили типов VTM2 и VTM5, которые отличаются от вентиля 8VZ и 9VZ только конструктивным оформлением отдельных деталей. Вентили 8VZ (VTM2) установлены на электропневматических контакторах, реверсорах и пневматическом двигателе ПС. Вентили 9VZ (VTM5) применены для управления песочницами и звуковыми сигналами.

Электропневматический вентиль 8VZ (рис. 218) состоит из пневматической головки 21, в которой помещены впускной 24 и выпускной 22 клапаны, и электромагнитной части, управляющей этими клапанами. Пневматическая головка отлита из алюминиевого сплава и своим верхним фланцем укреплена к нижней части сердечника 19. Внутри головки запрессована латунная втулка 23 с седлами для впускного и выпускного клапанов. Впускной и выпускной клапаны выполнены из латуни с привулканизированной к ним масло- и морозостойкой резиной.

В пневматической головке имеется три отверстия. Отверстие *Д* соединяет вентиль с источником сжатого воздуха. Отверстие *Е* соединяет вентиль с воздухораспределителем. Выпускное отверстие *П* предназначено для выпуска воздуха в атмосферу.

Головка закрыта пробкой 26, предназначенной для обеспечения доступа к впускному клапану и пружине 25, нажимающей на клапан. Впускной и выпускной клапаны соединены штифтом 27.

Электромагнитная часть вентиля состоит из сердечника 19 и катушки 18, намотанной на бакелитовый каркас 17. Снаружи обмотка закрыта кожухом 16. Над сердечником помещен якорь 15, соединенный с кнопкой 12, для проверки действия вентиля. Между стержнем и кнопкой установлена пружина 13. Кнопка соединена стержнем 20 с выпускным клапаном. Между кожухом и якорем помещена латунная втулка 14. Сверху якорь закрыт крышкой 11.

Основные технические данные электропневматических вентиляей следующие:

	8VZ[VTM2]	9VZ[VTM5]
Число витков катушки	6900	6000
Диаметр провода, мм	0,3	0,4
Длина провода, м	770	810
Сопротивление катушки при 20° С, Ом	180	107
Номинальное напряжение, В	48	48
Максимальное напряжение, В	58	58
Минимальное напряжение, В	34	34
Номинальный ток, А	0,27	0,27
Сечение входного отверстия <i>Д</i> , мм ²	10	30
Сечение выходного отверстия <i>Е</i> , мм ²	10	30
Сечение выхлопного отверстия <i>П</i> , мм ²	15	45
Давление воздуха, кгс/см ²	1—6,3	1,63
Масса, кг	1,75 [1,47]	2,75 [2,64]

Для управления пневматическим двигателем ПС электропневматические вентили 8VZ (VTM2) использованы в комплекте с воздухораспределителями 5VC (VTS2). Последние не имеют существенных отличий, поэтому рассмотрим устройство только воздухораспределителя 5VC (см. рис. 218). Он состоит из корпуса 6, нижней 1 и верхней 10 крышек, нижнего 3 и верхнего 8 управляющих поршней с уплотняющими кольцами 2 и 7 и штока 4. На штоке размещены четыре кольца 5. Поршни и шток изготовлены из латуни. Кольца 2, 5, 7 сделаны из масло- и морозостойкой резины. Крышки к корпусу крепятся болтами 9.

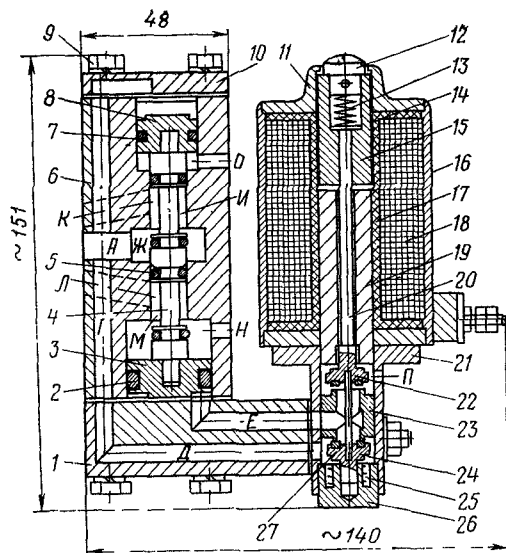


Рис. 218. Электропневматический вентиль 8VZ с воздухораспределителем 5VC

Сжатый воздух давлением 6 кгс/см^2 подводят к воздухораспределителю через отверстие А. При невозбужденном электропневматическом вентиле впускной клапан 24 разобщает каналы Д и Е и соединяет канал Е через отверстие П с атмосферой. При этом сжатый воздух по каналам поступает в камеру над поршнем 8. В результате вся подвижная система воздухораспределителя (поршни и шток) занимает нижнее положение и сжатый воздух из канала А через каналы Ж, И и К поступает в цилиндры пневмодвигателя переключателя ступеней, соединенные с каналом К. Остальные цилиндры пневмодвигателя в данном положении через каналы Л, М, Н сообщены с атмосферой.

При возбужденной катушке 18 электропневматического вентиля якорь 15 притягивается сердечником 19, выпускной и впускной клапаны опускаются и канал Д воздухораспределителя сообщается с каналом Е. При этом сжатый воздух по каналам А, Г, Д, Е поступает под поршень 3. Так как диаметр поршня 3 больше диаметра поршня 8, то подвижная система воздухораспределителя займет верхнее положение. При этом ранее соединенные с источником сжатого воздуха цилиндры пневмодвигателя переключателя ступеней каналами К, И, О сообщаются с атмосферой, и, наоборот, цилиндры пневмодвигателя, которые были сообщены с атмосферой каналами А, Ж, М и Л теперь соединяются с источником сжатого воздуха.

Основные технические данные воздухораспределителя 5VC следующие:

Номинальное напряжение	48 В
Рабочее давление сжатого воздуха	2—6 кгс/см ²
Пропускное сечение для воздуха	50 мм ²

§ 69. ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

В качестве измерительных приборов на электровозах ЧС4 и ЧС4т использованы приборы магнитоэлектрической системы. Приборы этой системы имеют равномерную шкалу, так как вращающий момент, вызывающий поворот стрелки, пропорционален проходящему по обмотке прибора току.

Обмотка амперметра своими концами подключена к шунту, включенному в цепь измеряемого тока. Шунты имеют небольшое сопротивление, и поэтому при прохождении по ним значительных токов напряжение и ток амперметра получаются незначительными. Каждый шунт рассчитан по условию допускаемого нагрева на прохождение тока определенной максимальной величины, при которой на зажимах шунта получается вполне определенное падение напряжения.

Для измерения величины тягового и тормозного тока в цепи тяговых двигателей установлены амперметры типа D90с со шкалой отградуированной на ток от 0 до 2000 А.

Амперметры этого же типа применены в низковольтных цепях: со шкалой 0—100 А в цепи зарядного устройства, со шкалой 60—0—60 А в цепи аккумуляторной батареи.

Напряжение тяговых двигателей измеряется вольтметрами постоянного тока типа D90с со шкалой 0—1000 В. Для измерения напряжения в цепи аккумуляторной батареи использованы вольтметры того же типа со шкалой 0—100 В.

Напряжение контактной сети контролируют по вольтметрам переменного тока динамической системы типа E90с со шкалой 0—40 кВ.

§ 70. ТРАНСФОРМАТОРЫ ТОКА

Датчиками защиты тяговых цепей электровоза до ЧС4-160 включительно являются трансформаторы тока 1VP4. Первичной обмоткой служит токоведущая шина переменного тока, отходящая от вторичной обмотки тягового трансформатора. Вторичная обмотка расположена на собранном из листов электротехнической стали сердечнике и закрыта изоляционным пластмассовым корпусом.

Технические данные трансформатора тока 1VP4 следующие:

Коэффициент трансформации	4000/5 А
Номинальное напряжение	500 В
Испытательное напряжение	2500 »
Класс точности	0,5

На электровозах начиная с ЧС4-162 вместо трансформаторов 1VP4 применяются трансформаторы BN00-40, имеющие такие же технические данные. Отличие состоит в конструктивном оформлении.

В первичных цепях тягового трансформатора установлены измерительные трансформаторы тока BL-35-04 (рис. 219). Кольцевой магнитопровод набран из листов электротехнической стали; по всей его окружности равномерно расположена вторичная обмотка, выполнен-

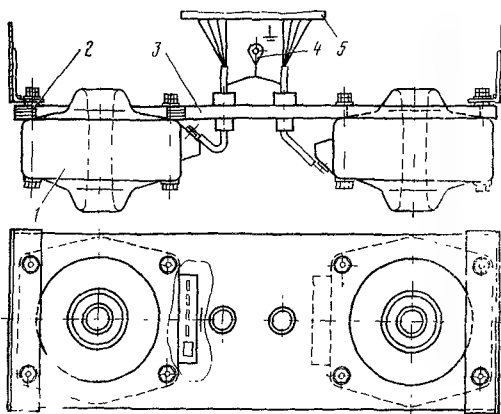


Рис 219. Трансформатор тока BL-35-4

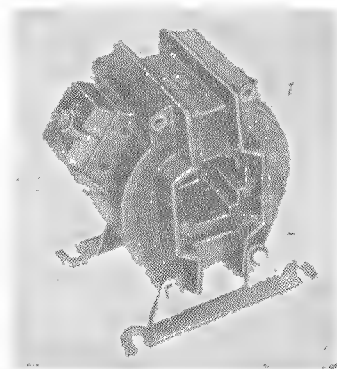


Рис 220. Трансформатор тока 1VTZ

ная из медного провода, изолированного лаком и хлопчатобумажной лентой. Выводы вторичной обмотки подключены к панели 5 с зажимами. Сами трансформаторы 1 через амортизаторы 2 укреплены на гетинаксовой плите 3 болтами М10. Плита расположена под крышкой бака тягового трансформатора и таким образом трансформаторы погружены в масло. Для заземления выводов служит болт 4.

Технические данные трансформатора тока BL-35-04 следующие:

Коэффициент трансформации	400/5 А
Номинальное напряжение	35 кВ
Испытательное напряжение	80 »
Класс точности	0,5

В цепи отопления поезда установлен трансформатор тока 1VTZ (рис. 220). Сердечник магнитопровода со вторичной обмоткой трансформатора помещен в изоляционный кожух 1, состоящий из двух симметричных частей, соединенных болтами 2. Выводы вторичной обмотки подключены к зажимам в коробке, закрытой крышкой 3. Первичной обмоткой служит токоведущая шина, которая проходит через отверстие в корпусе трансформатора.

Технические данные трансформатора тока 1VTZ следующие:

Коэффициент трансформации	400/5 А
Номинальное напряжение	500 В
Испытательное напряжение	2500 »
Класс точности	1

На электровозах ЧС4* использованы также трансформаторы тока JT1-400. Активная часть этого трансформатора помещена в разъемном текстолитовом корпусе. Вторичная обмотка состоит из двух одинаковых катушек, которые установлены на двух стержнях магнитопровода. Первичной обмоткой служит силовая шина тягового трансформатора. Выводы трансформатора тока смонтированы на доске, расположенной в баке тягового трансформатора.

Технические данные трансформатора тока JT1-400 следующие:

Коэффициент трансформации	4000/5 А
Номинальное напряжение	1200 В
Испытательное напряжение	6000 »
Класс точности	1

§ 71. КАЛОРИФЕРЫ И ТЕРМОСТАТЫ

Отопление кабин машиниста электровозов ЧС4 осуществляют калориферы, установленные за задней стеной кабины. Калорифер состоит из нагревательных элементов СР533 (рис. 221), закрытых кожухом 2. Мощность каждого элемента 2 кВт, номинальное напряжение 220 В. В зависимости от температуры окружающего воздуха может быть использована одна из трех ступеней отопления. Воздух в кабины подается по специальным каналам центробежными вентиляторами, приводимыми в действие однофазными конденсаторными электродвигателями АРС-71-2. Мощность электродвигателя 130 Вт, номинальное напряжение 220 В, частота вращения 2850 об/мин.

Ротор центробежного вентилятора насажен на вал электродвигателя. Рабочие лопатки расположены по окружности ротора, размещенного в спиральном кожухе. При вращении ротора лопатки вентилятора захватывают воздух, который под действием центробежной силы подается по спиральному кожуху в калорифер, где он нагревается, и далее через воздушные каналы поступает в кабину машиниста.

На электровозах до ЧС4-062 теплый воздух в кабину машиниста подается через отверстие в верхней части задней стенки (под потолком). Такая система не обеспечивает равномерного обогрева кабины машиниста, поэтому на электровозах, начиная с ЧС4-062, подача теплого воздуха осуществлена в нижней части задней стенки кабины машиниста.

Стекла лобовых окон в кабинах машиниста обогреваются от общего калорифера. Теплый воздух подводится к стеклам резиновым шлангом с применением специального наконечника, установленного в нижней части окна. Предусмотрена возможность подачи воздуха к стеклам без предварительного подогрева и подачи теплого воздуха при включенном калорифере.

В полу кабины под ногами машиниста и его помощника установлены нагревательные элементы мощностью по 300 Вт каждый.

Для автоматического поддержания температуры воздуха в кабине машиниста и защиты элементов калорифера от перегрева предназначены термостаты. Термостат ТН41 (рис. 222) установлен на боковой стенке кабины около крана машиниста. Контакты термостатов выключают цепи катушек контакторов отопления при достижении температуры в кабине машиниста $+16^{\circ}\text{C}$ и включают при понижении температуры до $+14^{\circ}\text{C}$.

Защиту нагревательных элементов от перегрева осуществляют установленные в их корпусах термостаты ТН169 и ТН140. Контакты этих

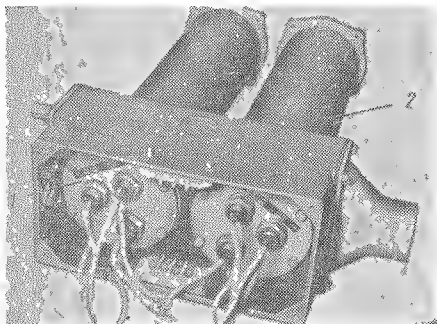


Рис 221. Нагревательные элементы
CP533

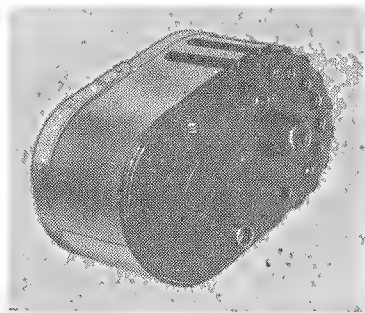


Рис 222 Термостат ТН41

термостатов отключают цепи катушек контакторов при достижении температуры в калорифере 120°C . Контактная система рассчитана на номинальный ток 15 А при напряжении 250 В. Для контроля температуры в машинном помещении установлен термостат ТН220, отрегулированный на отключение при температуре 60°C . Для защиты цепей мотор-насосов использованы термостаты ТС73.

На электровозах ЧС4^т установлены термостаты ТН167, предназначенные для управления системой кондиционирования воздуха в кабинах машиниста. Термостаты снабжены переключающими контактами. Одни термостаты типа ТН167 настроены на включение при $+18^{\circ}\text{C}$ и отключение при $+16^{\circ}\text{C}$. Другие термостаты этого типа служат для защиты нагревательных элементов кондиционера и отрегулированы на температуру отключения $+100^{\circ}\text{C}$. Чувствительный элемент термостата образует уравнильная латунная трубка длиной 250 мм. Увеличение длины трубки передается стержнями через рычажную передачу на исполнительный механизм. Контактная система рассчитана на номинальный ток 15 А при напряжении 250 В.

§ 72. СИСТЕМА КОНДИЦИОНИРОВАНИЯ ВОЗДУХА В КАБИНАХ МАШИНИСТА

Кабины машиниста электровозов ЧС4^т оборудованы системой СНКЛ5 для кондиционирования воздуха. Установка отопления в системе кондиционирования воздуха обеспечивает в зимний период температуру в кабинах машиниста в диапазоне от $+16^{\circ}\text{C}$ до $+18^{\circ}\text{C}$ при температуре окружающей среды до -50°C . Максимальный перепад между температурой на уровне пола кабины машиниста и на высоте 1,5—2 м должен составлять не более $4-5^{\circ}\text{C}$.

Летом установка охлаждения в системе кондиционирования должна обеспечивать температуру воздуха в кабинах машиниста не более $+28^{\circ}\text{C}$ при внешней температуре $+40^{\circ}\text{C}$.

Аппаратура системы кондиционирования установлена в кабине под креслом помощника машиниста. Монтаж и демонтаж аппаратуры

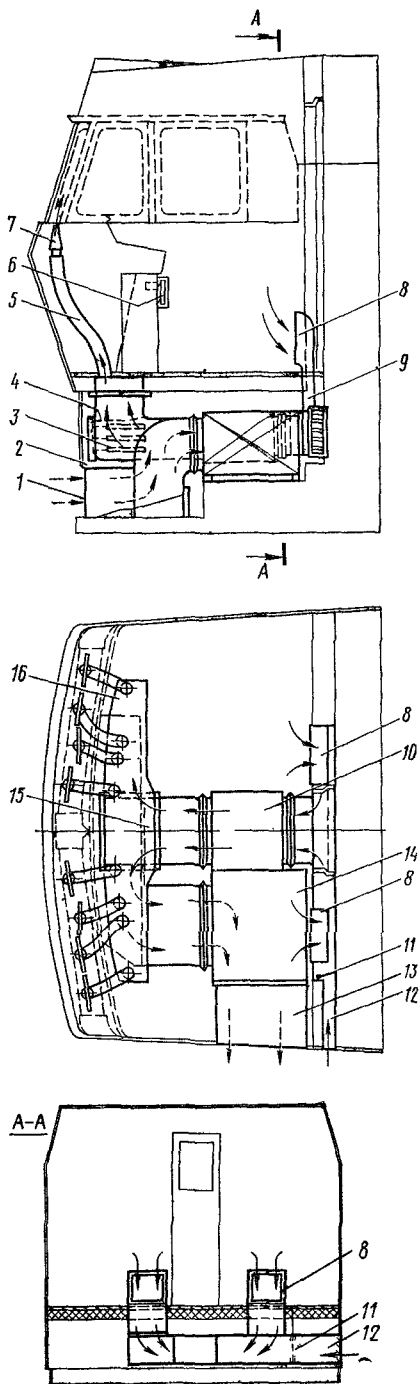


Рис. 223. Схема установки охлаждения в системе кондиционирования

производится через открытое жалюзи отверстие 13 (рис. 223) в левой части кузова.

В режиме кондиционирования непрерывно работает вентиляционная установка, а также в зависимости от температуры окружающей среды холодильная или отопительная установка.

Принцип работы холодильной установки компрессорного типа в системе кондиционирования воздуха состоит в следующем. Электродвигатель 12 типа SM4007 (рис. 224) приводит в действие двухцилиндровый поршневой компрессор 1 и вентилятор 11. Компрессор подает хладагент фреон R12 в конденсатор 5, где происходит его конденсация. Охлаждение конденсатора производится воздухом, принудительная циркуляция которого осуществляется вентилятором 11.

Охлаждающий воздух всасывается вентилятором через закрытое сеткой входное отверстие 1 (см. рис. 223), расположенное на лобовой части электровоза и по системе воздухопроводов подается к конденсатору 14. Выброс воздуха наружу происходит через закрытое сеткой выходное отверстие 13. Количество охлаждающего воздуха можно регулировать затвором 15, который при работе установки охлаждения должен находиться в открытом состоянии. В зимнее время, когда установка охлаждения не работает, для защиты оборудования системы кондиционирования воздуха от попадания снега затвор 15 должен быть закрыт.

При чрезмерном повышении давления в цепи протекания хладагента срабатывает автоматический защитный выключатель 10, который отключит электродвигатель компрессора. Для контроля за работой установки охлаждения системы

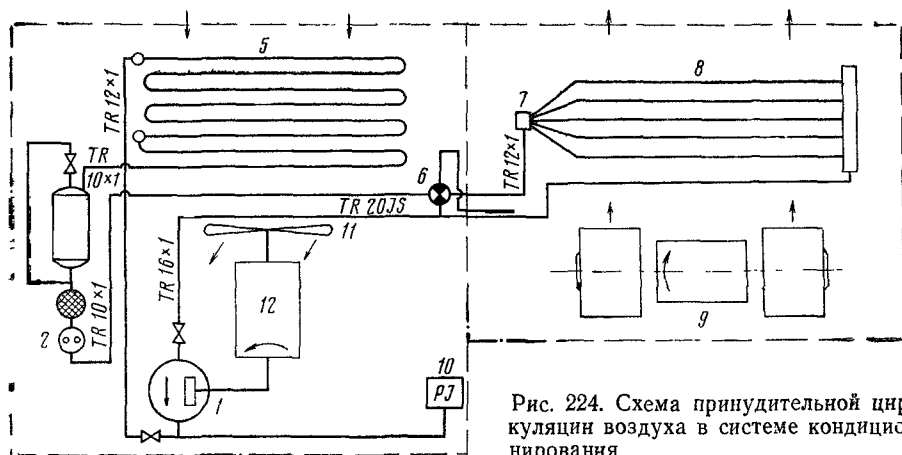


Рис. 224. Схема принудительной циркуляции воздуха в системе кондиционирования

кондиционирования воздуха в цепь протекания хладагента встроен указатель 2 с окошком для наблюдения.

Из конденсатора 5 (см. рис. 224) жидкий хладагент последовательно подается через коллектор 4 в фильтр-дегидратор 3, который обеспечивает отделение влаги от хладагента, а затем в термостатический расширительный клапан 6. В клапане скорость протекания хладагента уменьшается и через распределитель 7 жидкий фреон поступает в состоящий из пяти секций испаритель 8. Проходя через испаритель, хладагент отбирает тепло из воздуха, принудительная циркуляция которого обеспечивается вентиляционным агрегатом 9, состоящим из двух вентиляторов и электродвигателя 2APC71-2S.

Всасывание в систему кондиционирования свежего воздуха осуществляется через закрытое сеткой отверстие 12 (см. рис. 223). Количество поступающего воздуха может регулироваться клапаном 11, управление которым осуществляется из кабины машиниста. По входному воздуховоду наружный воздух подается к вентилятору, где смешивается с рециркуляционным воздухом, поступающим из кабины машиниста через отверстия 8 по каналу 9. Воздух прогоняется вентилятором через испаритель (где от него отбирается тепло) в воздухораспределитель 2, откуда через распределительный канал 16 подводится резиновыми рукавами 5 к соплам 7, а затем выходит в пространство кабины машиниста.

Отопительная установка в системе кондиционирования воздуха работает следующим образом. Электродвигатель 2APC71-2S приводит в действие вентиляторы, которые всасывают воздух в систему кондиционирования. Свежий воздух поступает по входному воздуховоду из закрытого сеткой 12 отверстия через регулировочный клапан 11 (см. рис. 223). Перед вентилятором воздух смешивается с рециркуляционным воздухом, поступающим из кабины машиниста через отверстия 8 по каналу 9. Смешанный воздух подается вентилятором через испаритель в воздухораспределитель 2.

В воздухораспределителе расположены трубчатые нагревательные элементы 3 типа Т10. Нагретый воздух через распределительный канал 16 подводится рукавами 5 к соплам 7, из которых выходит в пространство кабины машиниста.

Управление работой системы кондиционирования воздуха может осуществляться вручную или автоматически. В зависимости от температуры окружающего воздуха могут быть использованы семь ступеней отопления. Необходимую ступень отопления устанавливают специальным переключателем. Автоматическое включение и выключение отопительной установки осуществляет термостат 6 типа Т16, установленный в кабине машиниста. Включение установки отопления происходит при температуре воздуха в кабине машиниста ниже $+16^{\circ}\text{C}$, а выключение — при $+18^{\circ}\text{C}$. Для защиты нагревательных элементов 3 от повреждения в случае прекращения циркуляции воздуха предназначен термостат 4 типа ТН167, установленный в воздухораспределителе 2.

Основные технические данные системы кондиционирования воздуха следующие:

Мощность охлаждения	5000 ккал
Диаметр цилиндров компрессора	50 мм
Ход поршня компрессора	36 »
Мощность электродвигателя компрессора	2,5 кВт
Номинальное напряжение	220 В
Частота вращения	2800 об/мин
Поверхность конденсатора	17,8 м ²
Количество циркулирующего воздуха	3500 м ³ /ч
Поверхность испарителя	12,2 м ²
Количество циркулирующего воздуха	750 м ³ /ч
Количество всасываемого воздуха	250 »
Мощность электродвигателя вентилятора	370 Вт
Номинальное напряжение	220 В, 50 Гц
Частота вращения	2885 об/мин
Температура испарения	5° С
Температура конденсации	55° С
Мощность нагревательного элемента	1500 Вт
Номинальное напряжение	220 В, 50 Гц
Общая мощность нагревательных элементов:	
в воздушной цепи	12 кВт
в полу	2×150 Вт
Габаритные размеры устройства	1340×680×440 мм

§ 73. СЕЛЬСЫНЫ УКАЗАТЕЛЯ ПОЗИЦИЙ ПЕРЕКЛЮЧАТЕЛЯ СТУПЕНЕЙ

На пультах управления электровозом размещены указатели позиций ПС. Связь между положением ПС и стрелкой указателя позиций осуществляют сельсины.

Сельсин представляет собой небольшую асинхронную машину, к обмотке статора которой подводится переменный ток от вторичной обмотки понижающего трансформатора стабилизатора напряжения.

Обмотки роторов сельсинов трехфазные, соединены звездой. Номинальное напряжение возбуждения 55 В, частота 50 Гц. Сельсины потребляют мощность 15 Вт при номинальном напряжении.

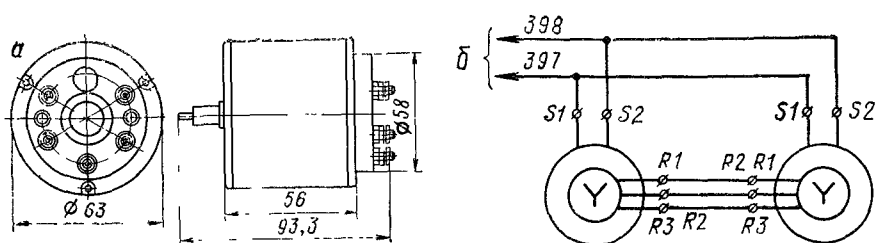


Рис. 225 Сельсин-датчик V50 (а) и схема включения сельсинов (б)
 $S1, S2$ — зажимы статорной обмотки, $R1, R2, R3$ — зажимы роторной обмотки

Сельсин-датчик V50 (рис. 225, а) установлен на переключателе ступеней, и ротор соединен с валом искателя ПС так, что при его повороте соответственно поворачивается и ротор сельсина-датчика. Сельсин-приемники Р50 находятся в пультах управления электровозом. Обмотка статора сельсина-приемника получает питание от того же трансформатора, а обмотка ротора соединена тремя проводами с ротором сельсина-датчика (рис. 225, б).

Принцип действия сельсинов заключается в следующем: при прохождении переменного тока в обмотках статора возникает переменный магнитный поток, который находит э. д. с. в обмотках обоих роторов. Эти э. д. с. взаимно уравновешиваются, поэтому ток между роторами сельсинов не протекает. Если ротор одного из сельсинов, например, сельсина-датчика, внешней силой повернуть на какой-то угол, э. д. с., наводимая в обмотках этого ротора, уже не будет уравновешиваться э. д. с. в роторе другого сельсина.

В результате нарушения баланса э. д. с. через роторы потечет ток. Ток ротора и магнитный поток статора сельсина-приемника создадут вращающий момент и ротор начнет поворачиваться. Вращение его будет продолжаться до тех пор, пока он не повернется на такой же угол, на какой повернулся и ротор датчика. Только в этом случае э. д. с. снова будут уравновешены, и ротор сельсина-приемника, на котором укреплен стрелка, остановится. Таким образом, ротор сельсина-приемника будет точно повторять движение ротора сельсина-датчика, а стрелка указывать номер позиции переключателя ступеней.

На электровозе в качестве сельсина-датчика применен электродвигатель переменного тока ТРОО открытого исполнения, а в качестве сельсина-приемника — электродвигатель закрытого исполнения.

Сельсин-приемник Р50 является бесконтактным прибором и обеспечивает точный прием вращающего движения.

Ротор сельсина-приемника состоит из двух полюсов, отштампованных из электротехнической стали. Обмотки возбуждения помещены на подшипниковых щитах. Специальная конструкция подшипников позволяет иметь осевые перемещения ротора, что уменьшает пассивные моменты трения и повышает точность работы приемника. Изоляция обмоток класса А. Корпус статора и вал выполнены из нержавеющей стали. Подшипники скольжения выполнены из бронзы. Масса сельсина-приемника 0,7 кг, сельсина-датчика — 2,5 кг.

§ 74. УКАЗАТЕЛЬ ПОЛОЖЕНИЯ ГЛАВНОГО ВЫКЛЮЧАТЕЛЯ И КОНТАКТОРА ЦЕПИ ОТОПЛЕНИЯ ПОЕЗДА ОТ ЭЛЕКТРОВОЗА

Положение главного выключателя и контактора цепи отопления поезда сигнализирует специальный указатель положения VS1 (рис. 226). Указатель положения главного выключателя расположен на пульте управления электровозом; указатель положения контактора цепи отопления поезда на электровозах ЧС4 на стене кабины за креслом машиниста, а на ЧС4^т — в поперечном коридоре.

Указатель положения VS1 представляет собой металлический цилиндр, внутри которого находятся две катушки, навитые вокруг общей оси. В магнитных полях катушек расположен стальной стержень с диском, являющимся индикатором (на диске нанесена черная полоса). Принцип действия указателя положения следующий. При включенном положении контролируемого аппарата (главного выключателя или контактора отопления поезда) одна из катушек указателя (рис. 227, а) обтекается током, и его диск поворачивается так, что черная полоса устанавливается вертикально.

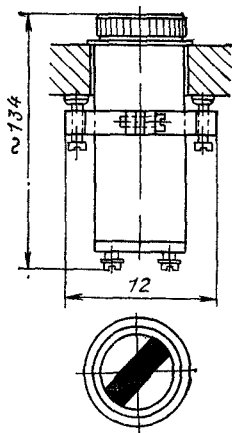


Рис. 226. Указатель положения VS1

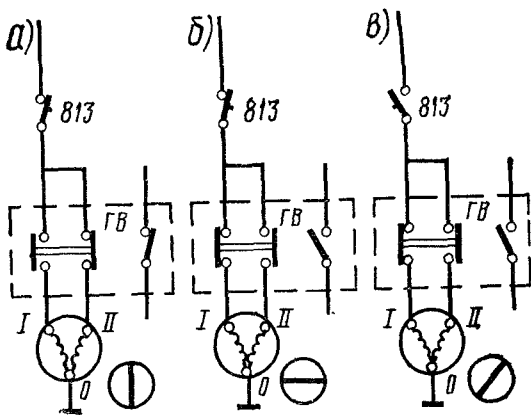


Рис. 227. Схема включения указателя положения в цепь управления главным выключателем

При отключенном положении контролируемого аппарата (рис. 227, б) возбуждается другая катушка и диск поворачивается так, что черная полоса располагается горизонтально. Если в цепь управления главным выключателем и контактором отопления поезда не подано напряжение от аккумуляторной батареи (выключен АЗВ 813), то диск указателя положения находится в промежуточном положении (рис. 227, в). На корпусе указателя положения изображена схема соединения, дата выпуска и напряжение, на которое он рассчитан. Выводные зажимы указателя положения позволяют подсоединять провода сечением до 2,5 мм². Технические данные указателя положения VS1 следующие: номинальное напряжение 48 В, потребляемая мощность 3 Вт, масса 0,48 кг.

ТОРМОЗА И ПНЕВМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

§ 75. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

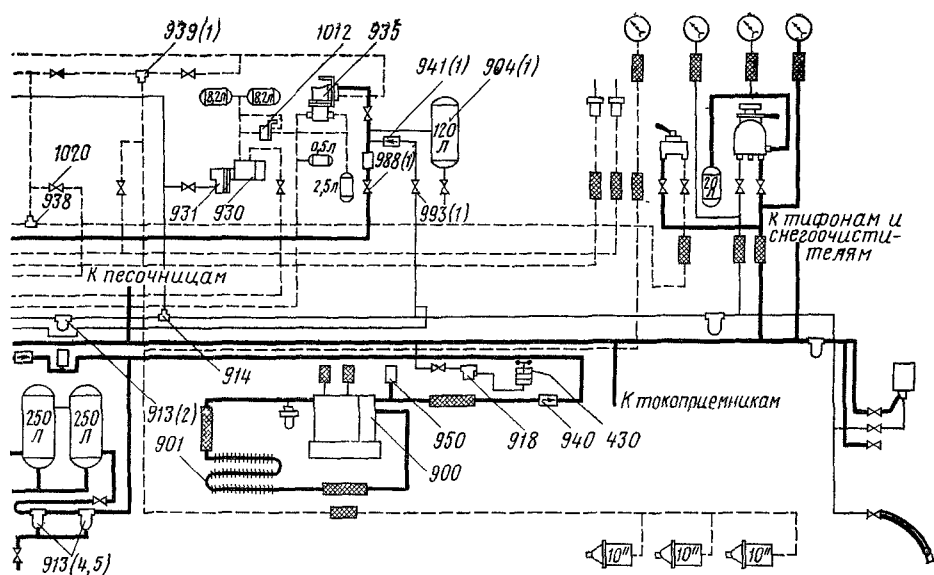
Для пневматического торможения поезда на электровозах ЧС4 и ЧС4^т установлены тормозные приборы, а вдоль электровоза проложены трубопроводы напорной и тормозной магистралей, которые оканчиваются концевыми кранами и соединительными рукавами.

Пневматическое оборудование позволяет управлять тормозами электровоза и вагонов поезда. Электровозы ЧС4 и ЧС4^т оборудованы также электропневматическим тормозом, для чего установлено специальное электрооборудование и проложены два линейных провода, которые через контакты соединительных рукавов связаны с линейными проводами состава поезда. Электровозы ЧС4^т имеют, кроме того, реостатный тормоз.

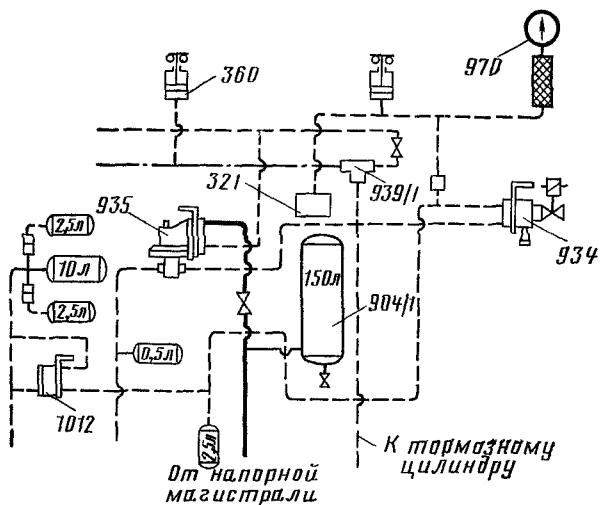
На рис. 228, а показана пневматическая схема тормозного оборудования электровоза ЧС4 (схема электровоза ЧС4^т отличается только номерами отдельных аппаратов и наличием датчика реостатного тормоза [321], второго скоростного клапана «Дако», клапана [934] блокировки реостатного тормоза — рис. 228, б). Воздух из атмосферы через фильтры поступает в два компрессора 900 производительностью 120 м³/ч, где сжимается в первой ступени до 2,5—3 кгс/см², а затем, пройдя холодильник 901, сжимается во второй ступени до 9 кгс/см². На трубопроводах компрессоров установлены предохранительные клапаны 950, настроенные на предельное давление 10 кгс/см². После второй ступени сжатия воздух через обратные клапаны 940 и влагосборники 913 (4, 5) [на первых выпусках, на последующих — 933 (1, 2)] поступает в главные резервуары 902, которые снабжены кранами для выпуска влаги; эти краны имеют индукционные обогреватели. Главные резервуары оборудованы предохранительным клапаном 951, отрегулированным на предельное давление 9,5 кгс/см².

Из главных резервуаров воздух через кран и фильтр 1008 поступает в напорную магистраль. К трубопроводу от компрессора к главным резервуарам подсоединен через фильтр 918 регулятор давления 430, который включает мотор-компрессоры при снижении давления до 7,5 кгс/см² и выключает его после достижения давления 9 кгс/см².

Из напорной магистрали воздух подводится к крану машиниста 925, крану вспомогательного тормоза 926, клапану автостопа, через разобщительный кран 988 (2), дроссель диаметром 3 мм — к реле давления 932, через разобщительные краны 988 (1) и дроссель диаметром 3 мм к скоростному клапану «Дако» 935, вспомогательным резервуарам



6)



904 (1) объемом 120 л наполняет сжатым воздухом тормозные цилиндры 911 одной тележки. Одновременно срабатывает реле давления 932, которое из резервуара 904 (2) наполняет воздухом тормозные цилиндры второй тележки. Величина давления в тормозных цилиндрах зависит от работы скоростного регулятора 937. При торможении краном вспомогательного тормоза 926 воздух через переключательные клапаны 938, 939 (1, 2) поступает в тормозные цилиндры тележек, а также в случае открытия разобщительного крана 1020 — к центробежному регулятору 937.

При включении реостатного тормоза электровоза ЧС4^т возбуждается катушка электропневматического вентиля блокировки 934, который прекращает доступ воздуха в скоростной клапан «Дако» 935, и воздух после добавочного клапана «Дако» 1012 поступает в датчик реостатного тормоза 321. При отказе реостатного тормоза автоматически снимается питание с катушки вентиля 934, и воздух поступает в скоростной клапан «Дако», т. е. происходит замещение реостатного торможения пневматическим. При торможении краном вспомогательного тормоза реле 360 разрывает цепь реостатного тормоза и воздух поступает в тормозные цилиндры, т. е. происходит пневматическое торможение.

Для контроля за давлением в главном резервуаре, уравнительном резервуаре крана машиниста, магистрали, тормозном цилиндре, а у электровоза ЧС4^т и в датчике реостатного тормоза в каждой кабине машиниста установлены манометры. Для выпуска воздуха из тормозных цилиндров 911 служат выпускные клапаны 927.

§ 76. ГЛАВНЫЕ РЕЗЕРВУАРЫ

На электровозах ЧС4 и ЧС4^т установлены по четыре главных резервуара, объемом 250 л каждый. Они сварены из листовой стали; толщина стенок цилиндрической части 5—6 мм, днища 7—9 мм. На цилиндрической части имеются фланцы, служащие для промывки резервуара и установки спускного крана. Для соединения резервуаров с трубопроводами фланцы имеются и на днищах.

Небольшое допустимое давление в главных резервуарах 9 кгс/см². Через каждые три года эксплуатации резервуары подвергают гидравлическим испытаниям давлением, превышающим предельное рабочее на 5 кгс/см², и не реже одного раза в год — наружному осмотру и промывке.

§ 77. КРАН МАШИНИСТА

Кран машиниста усл. № 395 предназначен для управления пневматическими и электропневматическими тормозами. Он состоит из шести частей (рис. 229): верхней (золотниковой), средней (зеркало золотника), нижней (уравнильной), редуктора (питательного клапана), стабилизатора (дросселирующего клапана) и контроллера 24 для управления электропневматическими тормозами.

В верхнюю часть крана входят: золотник 21, крышка 20 и стержень 22, через который золотник соединен с ручкой 23. В ручке помещен кулачок, который прижимается пружиной к градационному сектору и фиксирует ручку в ее основных положениях.

Средняя часть состоит из корпуса 19, верхняя выступающая часть которого является зеркалом для золотника 21. В корпусе средней части запрессована втулка 39, являющаяся седлом для обратного клапана 38.

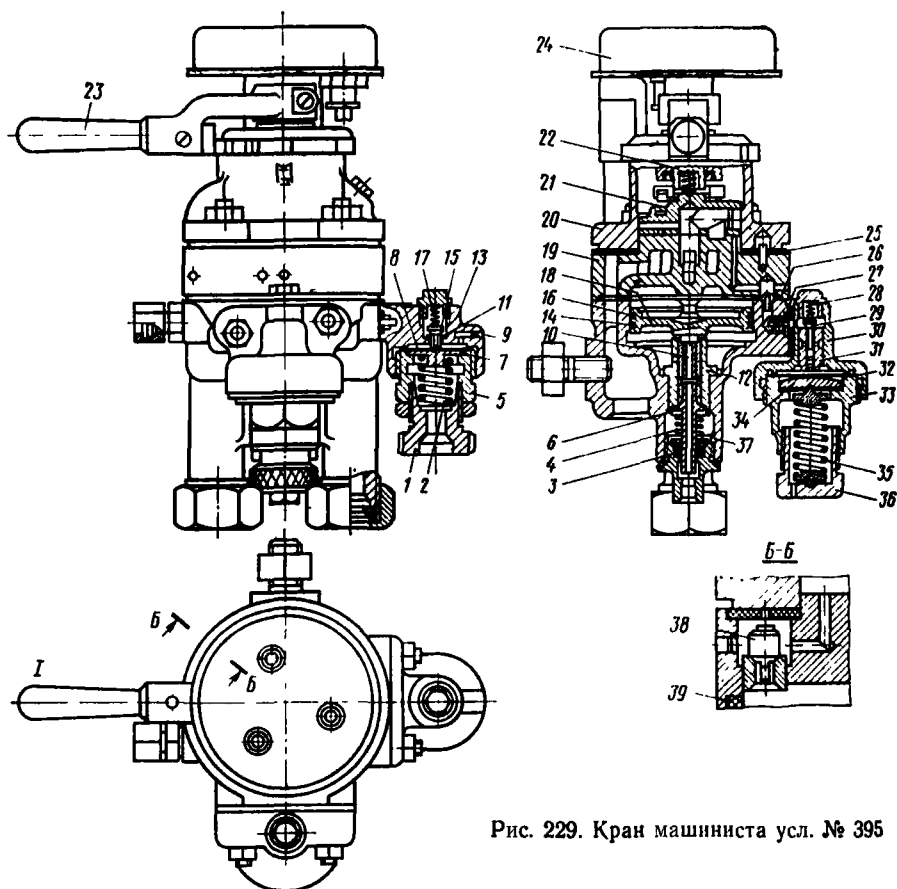


Рис. 229. Кран машиниста усл. № 395

В нижней части крана машиниста находятся корпус 37 с запрессованной втулкой 12, уравнильный поршень 18, уплотненный резиновой манжетой 14 и латунным кольцом 16, и выпускной клапан 10. Впускной клапан 6 пружиной 4 прижимается к седлу втулки 12. Хвостик впускного клапана 6 уплотнен манжетой 3. Для предохранения от загрязнения питательного клапана 29 редуктора в канале корпуса 37 помещен фильтр 27.

Верхняя, средняя и нижняя части крана машиниста соединяются через резиновые прокладки 25 и 26 с помощью четырех шпилек с гайками.

Редуктор состоит из верхнего корпуса 30 с запрессованной втулкой 31 и нижнего корпуса 33. В верхней части находится питательный клапан 29, прижимаемый к седлу пружиной 28. Между корпусами редуктора помещена металлическая диафрагма 32. Снизу на диафрагму через упорную шайбу 34 действует пружина 35, которая с другой стороны упирается в винт 36, регулирующий усилие пружины.

Стабилизатор состоит из верхнего корпуса 13 с запрессованной втулкой 11, нижнего корпуса 5 и диафрагмы 8. В верхней части находится клапан 15, прижимаемый к седлу пружиной 17. В корпусе 13 для сообщения уравнительного резервуара с атмосферой имеется ниппель 9 с калиброванным отверстием диаметром 0,4—0,45 мм. Снизу на диафрагму 8 через упорную шайбу 7 действует пружина 2 с регулирующим винтом 1.

Кран машиниста имеет шесть рабочих положений, показанных на рис. 230.

Положение I — отпуск и зарядка. Золотник 12 каналами 6 и 10 соединяет каналы 23 и 17 зеркала, обеспечивая прямой проход широким сечением воздуха напорной магистрали в тормозную магистраль. Одновременно из напорной магистрали воздух через клапан 9, выемку 18 и канал 19 поступает в полость над уравнильным поршнем 33, и из нее через дроссельное отверстие 22 диаметром 1,6 мм — в уравнильный резервуар.

Повышение давления в полости над поршнем происходит быстрее, чем в тормозной магистрали, поэтому уравнильный поршень 33 вместе с клапаном 34 опускается и открывает второй путь поступления воздуха в тормозную магистраль через каналы 42 и 35.

Быстрому наполнению уравнительного резервуара препятствует дроссельное отверстие 22. Время наполнения уравнительного резервуара находится в постоянной зависимости от величины давления в питательной магистрали и в уравнильном резервуаре в момент постановки ручки крана в положение I. По показанию манометра уравнительного резервуара определяют время выдержки ручки крана машиниста в положении I.

Положение II — поездное, с автоматической ликвидацией сверхзарядки. Золотник 12 перекрывает непосредственное сообщение напорной магистрали с тормозной и с полостью над поршнем 33 уравни-

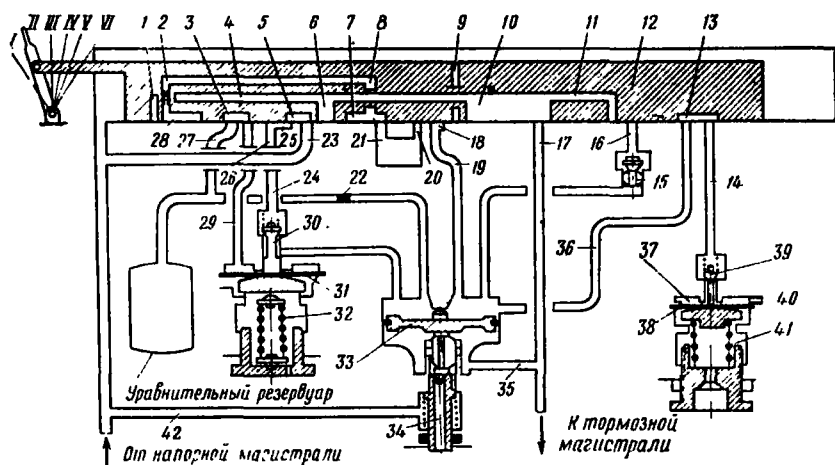


Рис. 230. Принципиальная схема крана машиниста усл. № 395

тельного резервуара. Воздух из напорной магистрали по каналу 23 через выемки 5 и 25 и каналы 26 и 24 поступает к питательному клапану 30 редуктора.

Одновременно выемка 3 соединяет каналы 27 и 29 и воздух проходит в полость над диафрагмой 31 редуктора. Как только давление в уравнительном резервуаре и над диафрагмой достигает величины, достаточной для преодоления усилия пружины 32, питательный клапан 30 закроется и прекратит доступ воздуха в уравнительный резервуар. Уравнительный поршень 33 под действием усилия установившегося давления в уравнительном резервуаре посредством клапана 34 будет автоматически устанавливать и поддерживать равное по величине давление в магистрали.

В то же время уравнительный резервуар через канал 36, выемку 13, канал 14, клапан стабилизатора 39, полость 37 над диафрагмой 38 и калиброванное отверстие 40 диаметром 0,4—0,45 мм сообщается с атмосферой. При этом давление в уравнительном резервуаре, несмотря на небольшой расход воздуха через калиброванное отверстие 40, будет поддерживаться редуктором. В положении II ручки крана машиниста стабилизатор выпускает воздух в атмосферу, во всех остальных положениях выпуск воздуха не происходит.

Для ускорения отпуска тормозов грузового поезда повышенным давлением в положении I ручки крана наполняют уравнительный резервуар до желаемой величины давления. Действием этого давления уравнительный поршень 33 устанавливает равное сверхзарядное давление в магистрали. После перемещения ручки крана в положение II переход с завышенного давления на нормальное происходит автоматически благодаря выпуску воздуха из уравнительного резервуара в атмосферу через калиброванное отверстие 40 стабилизатора.

В связи с тем что протекание воздуха через калиброванное отверстие 40 происходит при постоянном давлении в полости 37, которое устанавливается усилием пружины 41, то темп снижения давления воздуха в уравнительном резервуаре, а следовательно, и в тормозной магистрали устанавливается постоянным независимо от величины сверхзарядки. Время снижения давления в уравнительном резервуаре с 6 до 5,8 кгс/см² должно быть 60—100 с.

Положение III — перекрыша без питания магистрали. Золотник 12 разобщает канал 24 от напорной магистрали и прекращает питание уравнительного резервуара через клапан 30 редуктора. Одновременно уравнительный резервуар каналами 11 и 16 через клапан 15 сообщается с тормозной магистралью 17. Поэтому возможное снижение давления в магистрали не вызывает опускания поршня 33, так как снижается давление и в уравнительном резервуаре. Клапан 34 остается закрытым. Клапан 15 препятствует перетеканию воздуха из тормозной магистрали в уравнительный резервуар при тормозных процессах после постановки ручки крана в положение III.

Положение IV — перекрыша с питанием магистрали.

Все отверстия и каналы зеркала перекрываются золотником, уравнительный резервуар разобщен от тормозной и напорной магистралей, поэтому давление в нем остается без изменения.

Давление в тормозной магистрали устанавливается и поддерживается равным давлению в полости над уравнительным поршнем 33 и сообщенном с ней уравнительном резервуаре.

Всякое понижение или повышение давления в тормозной магистрали заставляет уравнительный поршень 33 перемещаться и посредством клапана 34 автоматически поддерживать давление, равное установленному в уравнительном резервуаре.

Положение V — служебное торможение. Воздух из уравнительного резервуара и полости над уравнительным поршнем 33, каналом 27 в зеркале и далее выемкой 28, калиброванным отверстием 2, каналом 8, выемкой 7 и каналом 21 выходит в атмосферу. Избыточное давление тормозной магистрали перемещает уравнительный поршень 33 вверх и сообщает тормозную магистраль через осевой канал клапана 34 с атмосферой.

После перемещения ручки крана машиниста из положения V в положение III или IV выпуск воздуха из тормозной магистрали в атмосферу будет продолжаться до выравнивания магистрального давления с давлением в уравнительном резервуаре. После этого уравнительный поршень 33 переместится вниз и прекратит сообщение тормозной магистрали с атмосферой.

Темп разрядки тормозной магистрали при служебном торможении постоянный, установленный соотношением между объемом уравнитель-

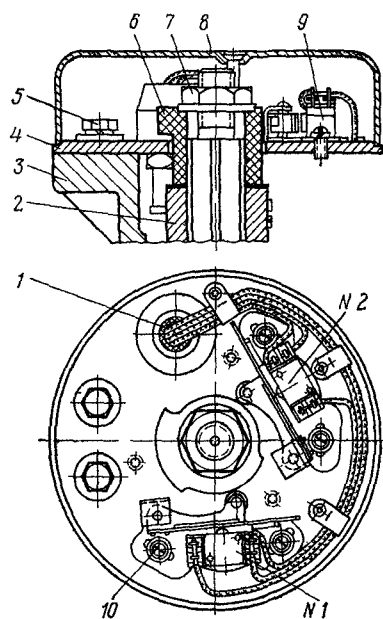


Рис. 231. Контроллер крана машиниста для управления электропневматическим тормозом

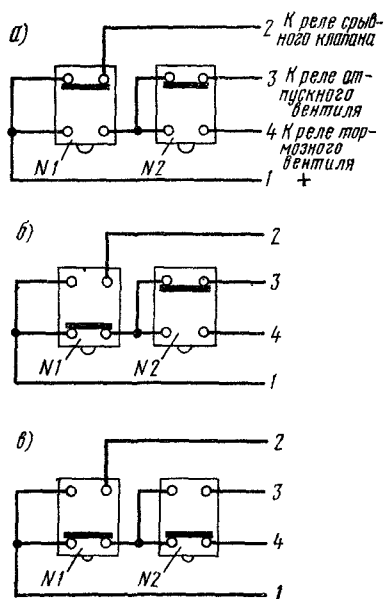


Рис. 232. Схемы замыкания контактов переключателя при различных положениях ручки крана

а — положения I и II; б — положения III и IV; в — положения V и VI

ного резервуара и диаметром (2,7 мм) калиброванного отверстия 2 в золотнике.

Положение VI — экстренное торможение. Золотник широкими каналами 10 и 6 сообщает тормозную магистраль 17 с атмосферным каналом 21. Полость над уравнильным поршнем 33, каналом 19, выемкой 7 сообщается с атмосферным каналом 20. Одновременно каналами 27, 1 и 4 быстро разряжается в атмосферу уравнильный резервуар.

Избыточное давление тормозной магистрали перемещает уравнильный поршень 33 вверх и открывает себе второй путь разрядки в атмосферу через осевой канал клапана 34. Таким образом производится быстрое снижение давления в тормозной магистрали до нуля.

Контроллер (рис. 231) для управления электропневматическими тормозами устроен следующим образом. Диск 4 контроллера двумя болтами 5 крепится к кронштейну 3. На диске 4 винтами 10 крепятся два переключателя 9 типа КВМ-9. Кулачок 6 контроллера закреплен на стержне при помощи лыски и гайки 7. Контроллер закрыт штампованной крышкой 8. Четырехжильный кабель 1 контроллера снабжен штепсельным разъемом для подключения в цепь электропневматического тормоза. При помощи винтов 10 зазор между кулачком 6 и головкой толкателя устанавливают в пределах 0,9—1 мм. Схемы замыкания контактов переключателей 9 при различных положениях ручки 2 крана машиниста показаны на рис. 232.

§ 78. КРАН ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ТОРМОЗА

Кран вспомогательного тормоза усл. № 254 (рис. 233) предназначен для независимого управления тормозами. Он состоит из трех частей: верхней — регулирующей с ручкой для независимого управления тормозами локомотива; средней — повторителя или реле, осуществляющей впуск и выпуск воздуха из тормозных цилиндров локомотива; нижней — плиты для подвода труб и крепления крана.

Верхняя часть имеет крышку 4, в которую ввернут на ленточной резьбе стакан 2. Внутри стакана между упором и центром расположена пружина 3, регулировку которой осуществляют винтом. С наружной стороны стакан 2 обхватывается разрезной ручкой 1, закрепляемой на стакане винтом. В ручке 1 расположен кулачок, прижимаемый пружиной к градационному пояску крышки 4. В приливе крышки 4 находится упор 11, который отжимается пружиной. Для предупреждения выпадения упора в крышку ввернут винт. В этом же приливе крышки запрессовано седло для клапана 12. Клапан 12 прижимается к седлу пружиной.

В корпусе 5 средней части запрессована поршневая втулка, в которой перемещаются верхний 6 и нижний 8 поршни, уплотненные манжетами. Нижний поршень имеет осевой и радиальные каналы для сообщения тормозных цилиндров с атмосферой при отпуске тормоза. Пустотелый хвостовик поршня 8 служит седлом клапана 14, на который снизу действует пружина 13.

В левой части корпуса 5 запрессовано седло, которое является направляющей для хвостовика переключательного поршня 15, уплотненного манжетой. На переключательный поршень сверху действует пружина 18. В канал, сообщающий полость 17 над поршнем 15 с полостью 7 между поршнями 6 и 8, запрессован ниппель 16 с калиброванным отверстием диаметром 0,8 мм.

В плите крана размещена дополнительная камера объемом 0,3 л, соединенная с полостью 7 между поршнями 6 и 8.

Снизу в плите имеются три отверстия для присоединения главного резервуара, тормозного цилиндра и воздухораспределителя. Отверстие для присоединения воздухораспределителя на электровозах ЧС4 и ЧС4г заглушено.

В отверстии плиты для присоединения главного резервуара помещены фильтр и войлочная шайба, служащие для очистки воздуха.

Крышка 4 и корпус 5 соединяются между собой через прокладку тремя шпильками, а корпус 5 с плитой — через прокладку четырьмя такими же шпильками.

Ручка крана имеет следующие положения:

I — отпусковое, для отпуска тормоза электровоза при заторможенных автоматических тормозах поезда;

II — поездное, обеспечивающее действие автоматического тормоза на электровозе;

III—VI — тормозные положения.

Для торможения локомотива ручку 1 крана из второго положения перемещают против вращения часовой стрелки в одно из тормозных положений. Стакан 2 ввертывается в крышку 4 и сжимает пружину 3. Под действием усилия пружины 3 верхний поршень 6 опускается, упираясь в нижний поршень 8. Последний отжимает двухседельчатый клапан 14 от нижнего седла, и воздух из главного резервуара через открытый клапан 14 и далее по каналу поступает в трубу к тормозным цилиндрам и по каналу в полость 9. Давление воздуха в тормозных цилиндрах будет повышаться до тех пор, пока сила, действующая на поршень 8 снизу, не преодолеет усилие пружины 3, после чего этот поршень несколько поднимется и пружина 13 посадит клапан 14 на его нижнее седло.

Установившееся давление будет поддерживаться автоматически независимо от утечек из тормозных цилиндров; в случае понижения давления в них поршень 8 под избыточным усилием пружины 3 вновь несколько переместится вниз, чем будет обеспечено пополнение этих утечек.

Для снижения давления в тормозных цилиндрах ручку переводят по часовой стрелке. Стакан 2 вывертывается из крышки 4 и сжатие пружины 3 уменьшается. Под действием воздуха в полости 9 поршень 8 поднимается и воздух из тормозных цилиндров через внутренний канал 10 в поршне 8 выходит в атмосферу. Давление в тормозных цилиндрах будет понижаться до тех пор, пока усилие пружины 3, соответствующее данному положению ручки, не преодолеет усилия,

действующего на поршень 8 снизу, после чего последний переместится несколько вниз и седло прижмется к клапану 14.

Таким образом, каждому тормозному положению ручки крана вспомогательного тормоза соответствует определенное давление воздуха в тормозных цилиндрах. Полный отпуск происходит в положении II.

§ 79. ВОЗДУХОРАСПРЕДЕЛИТЕЛИ

На электровозах установлены воздухораспределитель усл. № 292.001 и электровоздухораспределитель усл. № 305.

Воздухораспределитель усл. № 292.001. Он обеспечивает эффективную дополнительную разрядку тормозной магистрали при служебном и экстренном торможениях и имеет два режима: К — поезд нормальной длины, Д — длинносоставный (свыше 20 вагонов) поезд. Он состоит из магистральной части I (рис. 234) с режимным переключате-

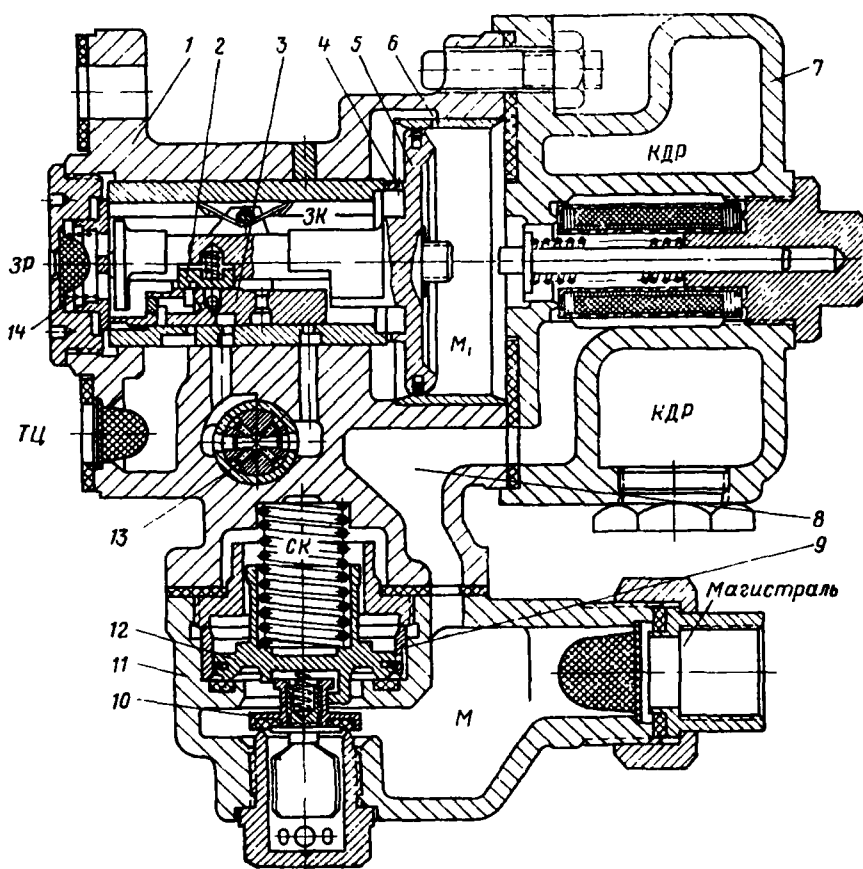


Рис. 234. Воздухораспределитель усл. № 292 001

лем 13, крышки 7 с камерой дополнительной разрядки (КДР) объемом 1 л и ускорителя экстренного торможения 11:

Воздухораспределитель установлен на камере электровоздухораспределителя усл. № 305 и осуществляет следующие основные функции: зарядку тормоза—наполнение запасного резервуара сжатым воздухом; торможение — наполнение тормозного цилиндра сжатым воздухом из запасного резервуара в зависимости от темпа и величины снижения давления в магистрали; отпуск тормоза — сообщение тормозного цилиндра с атмосферой (при повышении давления в магистрали) и запасного резервуара с магистралью.

Зарядка. Сжатый воздух из магистрали поступает в камеру *М*, затем по каналу 8 через фильтр проходит в камеру *М*₁, расположенную с правой стороны магистрального поршня 5, откуда через три отверстия 6 диаметром 1,25 мм во втулке магистрального поршня и одно отверстие 4 диаметром 2 мм в торце этого поршня поступает в золотниковую камеру 3К, сообщенную с запасным резервуаром.

Из камеры *М* воздух поступает к поршню 12 экстренного торможения, отжимает его от седла на 3,5 мм и через калиброванное отверстие 9 заполняет камеру СК.

Зарядка запасного резервуара не зависит от положения пробки режимного переключателя 13. В процессе зарядки тормозной цилиндр ТЦ и камера дополнительной разрядки КДР сообщены с атмосферой.

Служебное торможение. При понижении давления в магистрали на 0,3—0,4 кгс/см² темпом служебного торможения магистральный поршень начнет перемещаться вправо, перекрывая отверстия 6 во втулке и прекращая сообщение магистрали с золотниковой камерой и запасным резервуаром. Вместе с магистральным поршнем будет перемещаться и отсекающий золотник 2, выемка которого сообщит магистраль с камерой дополнительной разрядки. Через золотники и канал произойдет дополнительная разрядка магистрали, магистральный поршень быстро передвинется в сторону стержня буферного устройства и передвинет главный золотник 3. При этом тормозной цилиндр разобщится с атмосферой и сообщится с запасным резервуаром.

Как только давление в золотниковой камере и запасном резервуаре станет меньше, чем в магистральной камере *М*₁, магистральный поршень переместится влево, отсекающий золотник перекроет канал в золотнике 3, и сообщение запасного резервуара с тормозным цилиндром прекратится.

Полное служебное торможение происходит при снижении давления в магистрали на 1,3—1,4 кгс/см².

Экстренное торможение. При снижении давления в магистрали темпом экстренного торможения магистральный поршень 5 перемещается до упора в прокладку. При этом положении поршня золотник 3 установит сообщение камеры СК с тормозным цилиндром.

В камере СК быстро упадет давление, поршень 12 экстренного торможения вместе с клапаном 10 переместится вверх и сообщит магистраль с атмосферой. Произойдет экстренная разрядка магистрали.

Выпуск воздуха из магистрали будет происходить до момента, когда возросшее давление в тормозном цилиндре и усилие пружины

станут достаточными для того, чтобы преодолеть оставшееся давление воздуха в магистрали и отпустить поршень 12 вместе с клапаном 10. Время наполнения тормозного цилиндра зависит от положения режимной ручки.

Одновременно с экстренной разрядкой магистрали при нахождении магистрального поршня 5 с золотниками 2 и 3 в крайнем правом положении запасной резервуар сообщен с тормозным цилиндром, а камера дополнительной разрядки — с атмосферой.

Отпуск. При повышении давления в магистрали поршень 5 перемещается влево, сообщая тормозной цилиндр с атмосферой. Время выпуска воздуха из тормозного цилиндра зависит от установленного режима, т. е. от положения пробки режимного переключателя 13. Отпуск может быть осуществлен только полный, ступенчатого отпуска воздухораспределитель не имеет.

Положение магистрального поршня будет различным в зависимости от величины давления воздуха в магистрали. В головной части поезда, где отпускное давление более высокое, магистральный поршень преодолевает сопротивление пружины 14 буферного устройства и прижимается к втулке. При этом поступление воздуха из магистрали в золотниковую камеру будет ограничиваться отверстием 4 в поршне. В хвостовой части поезда в результате меньшего давления в магистрали поршень только коснется буфера и воздух из магистрали в золотниковую камеру будет поступать через более широкие по сечению отверстия 6.

Электровоздухораспределитель усл. №305. Он состоит из четырех узлов (рис. 235): рабочей камеры 4, электрической части 3, пневматического реле 6 и переключательного клапана 5. Камера 4 предназначена для установки съемных частей электровоздухораспределителя. В ней находится полость объемом 1,5 л, которая является управляющим резервуаром реле давления.

Электрическая часть является возбуждающим органом электровоздухораспределителя. Она включает в себя тормозной 2 и отпускной 1 электропневматические вентили, которые производят требуемое изменение воздушного давления в управляющем резервуаре. Корпус электрической части имеет три фланца, из которых боковой фланец предназначен для крепления электрической части к камере, нижний — для крепления пневматического реле, а на верхнем укреплены винтами электромагнитные вентили и собрана электрическая цепь электровоздухораспределителя.

Пневматическое реле является исполнительным органом электровоздухораспределителя, осуществляющим наполнение тормозного цилиндра сжатым воздухом и выпуск его в атмосферу в зависимости от изменения величины давления в управляющем резервуаре. Пневматическое реле представляет собой клапанно-диафрагменное устройство, помещенное в корпусе.

Переключательный клапан предназначен для сообщения тормозных каналов электровоздухораспределителя и воздухораспределителя с тормозным цилиндром в зависимости от способа управления тормозом — электрического или пневматического.

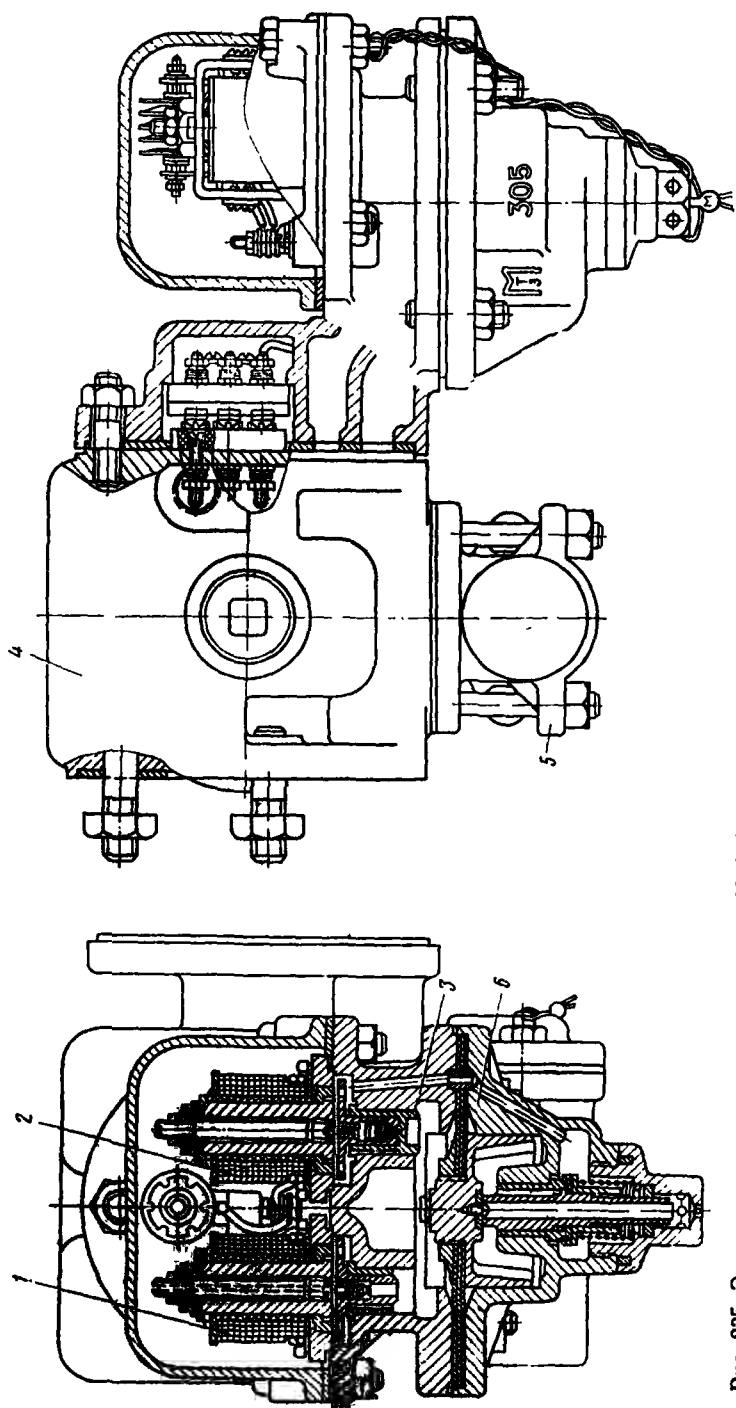


Рис. 235. Электровоздухораспределитель усл. № 305

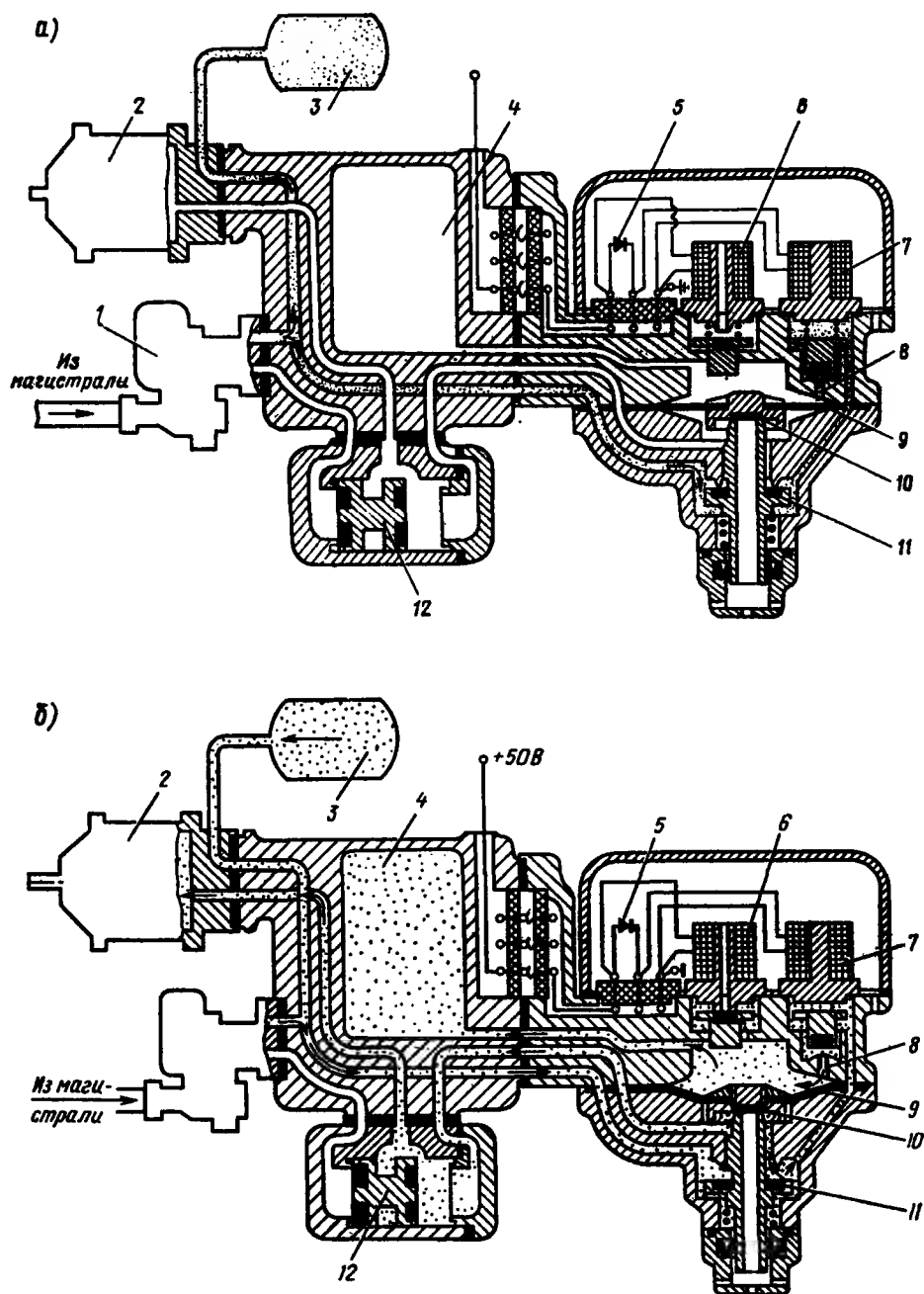
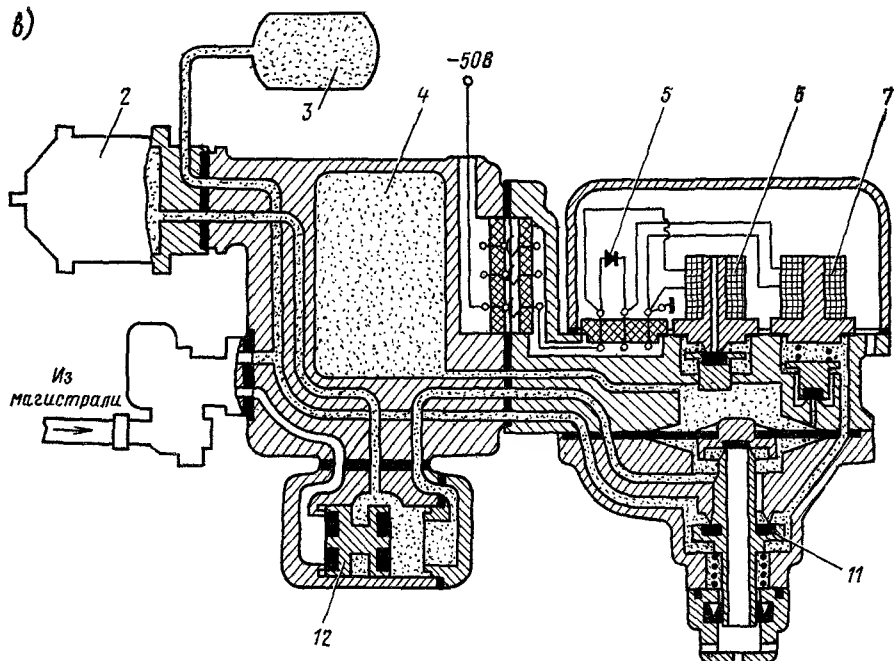
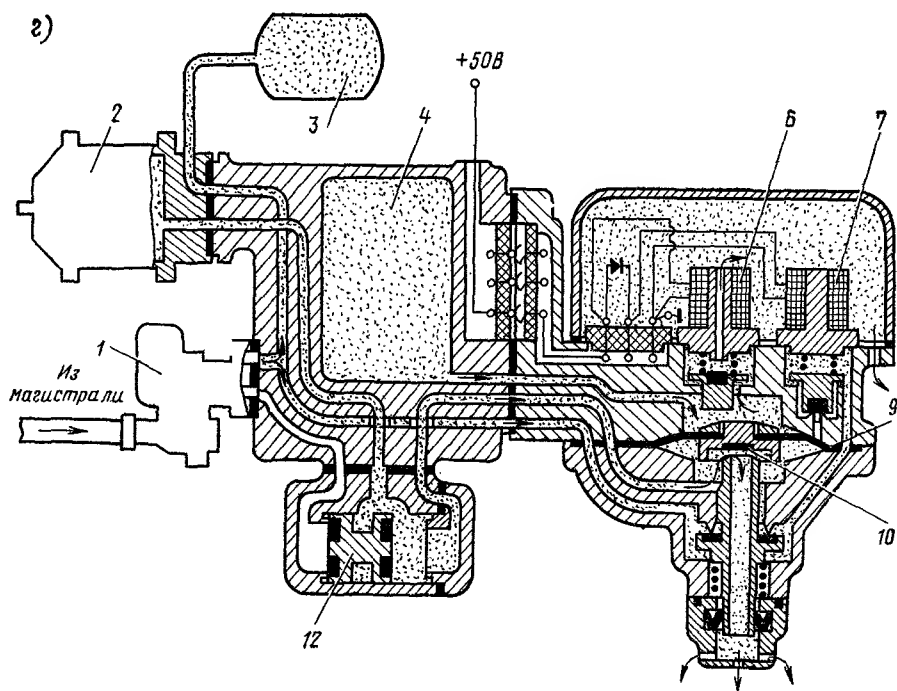


Рис. 236. Схемы действия электровоздухораспределителя усл. № 305:
 а — при зарядке; б — при торможении; в — при перекрытии; г — при отпуске

б)



в)



При электрическом управлении с тормозным цилиндром соединяется канал электровоздухораспределителя, а при пневматическом — канал воздухораспределителя.

Зарядка. Катушки 6 и 7 (рис. 236, а) обесточены, клапан тормозного вентиля закрыт, а клапан отпускного вентиля открыт. Полости над диафрагмой 9 и камеры 4 сообщаются с атмосферой. Сжатый воздух из магистрали через воздухораспределитель 1 проходит в запасной резервуар 3 и к питательному клапану 11 и далее к клапану тормозного вентиля.

Торможение. К электровоздухораспределителю (рис. 236, б) подано напряжение 50 В полярностью «+» на провод и «—» на корпус. При этом возбуждены катушки 6 и 7, клапан отпускного вентиля закрывается, а клапан тормозного вентиля открывается. Сжатый воздух из запасного резервуара 3 по каналам и через калиброванное отверстие 8 проходит в полость над диафрагмой 9 и в камеру 4. Под давлением воздуха диафрагма 9 прогибается вниз, закрывает атмосферный клапан 10 и открывает питательный клапан 11. Воздух из запасного резервуара 3 через открытый клапан 11 подходит к переключательному клапану 12, переводит его влево и проходит в тормозной цилиндр 2. При этом переключательный клапан 12 прижимается к седлу и отсоединяет воздухораспределитель 1 от тормозного цилиндра 2.

Время наполнения тормозного цилиндра и величина давления в нем зависят от времени наполнения камеры 4 объемом 1,5 л, и давления в ней. Калиброванное отверстие 8 диаметром 1,8 мм в седле тормозного клапана позволяет наполнять камеру 4, а следовательно, и тормозной цилиндр 2 до давления 3 кгс/см² за 2,5—3,5 с независимо от диаметра и величины выхода штока тормозного цилиндра.

Перекрышка. При смене полярности напряжения, подаваемого к электровоздухораспределителю (рис. 236, в) («—» на провод, «+» на корпус) устанавливается положение перекрышки. Включенный последовательно с катушкой 7 тормозного вентиля селеновый диод 5 блокирует ее питание.

Клапан тормозного вентиля закрывается и разобщает камеру 4 с запасным резервуаром 3. Катушка 6 отпускного вентиля продолжает возбуждаться и клапан ее остается закрытым.

В камере 4 устанавливается постоянное давление, а давление в тормозном цилиндре продолжает повышаться. После выравнивания давлений в тормозном цилиндре 2 и камере 4 диафрагма 9 уравнивается и питательный клапан 11 под действием пружины закрывается и разобщает тормозной цилиндр 2 от запасного резервуара 3. Запасной резервуар через воздухораспределитель 1 пополняется сжатым воздухом из магистрали.

Отпуск. При снятии напряжения с электровоздухораспределителя (рис. 236, г) катушки 6 и 7 обесточены, клапан тормозного вентиля закрыт, а клапан отпускного вентиля открыт и сообщает камеру 4 с атмосферой. Сжатый воздух из камеры 4 через калиброванное отверстие отпускного вентиля выходит в атмосферу. Давление над диафрагмой 9 падает и под избыточным давлением воздуха тормозного цилиндра она прогибается вверх, открывая атмосферный клапан 10. Воздух из тор-

мозного цилиндра 2 через переключающий клапан 12 и атмосферный клапан 10 выходит в атмосферу. Одновременно происходит зарядка тормоза воздухораспределителем 1 (см. рис. 231, а). Время полного отпуска тормоза зависит от времени опорожнения камеры 4 через калиброванное отверстие отпускового вентиля. При диаметре этого отверстия 1,3 мм время отпуска с давления 3,5 до 0,4 кгс/см² составляет 8—10 с независимо от диаметра и величины выхода штока тормозного цилиндра.

§ 80. РЕЛЕ ДАВЛЕНИЯ

Реле давления усл. № 304.002 (рис. 237) предназначено для применения на локомотивах с большим числом тормозных цилиндров в тех случаях, когда величина суммарного объема тормозных цилиндров превышает норму, допускающую возможность обслуживания всех тормозных цилиндров одним воздухораспределителем. В этих случаях тормозные цилиндры разделяют на две группы — первичную (цилиндры первой тележки) и вторичную (цилиндры второй тележки), причем воздухораспределитель обслуживает только первичную группу. Управление цилиндрами вторичной группы осуществляет реле давления, которое под действием импульса, создаваемого давлением в тормозных цилиндрах первичной группы, воспроизводит соответствующую величину давления в цилиндрах вторичной группы.

Реле давления заключает в себя кронштейн 1, имеющий форму угольника, горизонтальная полка которого служит для крепления к раме электровоза. Вертикальная полка с одной стороны снабжена приливом с тремя резьбовыми отверстиями для присоединения трубопроводов: отверстие 6 от первичной группы тормозных цилиндров, отверстие 5 от вторичной группы тормозных цилиндров и 4 от запасного

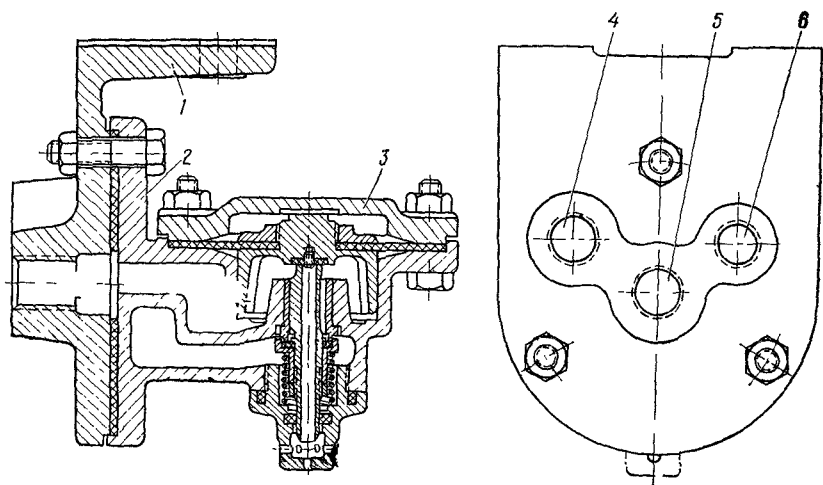


Рис. 237. Реле давления усл. № 304

резервуара. С другой стороны вертикальная полка кронштейна 1 образует фланец, к которому крепится фланец корпуса 2 реле давления.

Внутреннее воздухораспределительное устройство реле давления и его действие аналогичны пневматическому реле электровоздухораспределителя. Сверху корпус реле давления закрыт крышкой 3.

§ 81. ЦЕНТРОБЕЖНЫЙ РЕГУЛЯТОР И СКОРОСТНОЙ КЛАПАН «ДАКО»

При повышении скорости движения поезда коэффициент трения чугунной тормозной колодки уменьшается. Для того чтобы увеличить тормозное усилие при высоких скоростях движения, повышают давление воздуха в тормозных цилиндрах. На электровозах ЧС4 и ЧС4^т для этой цели использованы центробежный регулятор и скоростной клапан «Дако». При скоростях движения свыше 80 км/ч в тормозные цилиндры при экстренном торможении с приведением в действие крана усл. № 254 подается воздух давлением 6,8 кгс/см². При снижении скорости давление в тормозном цилиндре уменьшается до 3,8 кгс/см², т. е. при торможении со скорости ниже 80 км/ч работает только низкая ступень торможения.

Центробежный регулятор установлен на буксе оси четвертой колесной пары электровоза и соединен гибкими рукавами с трубопроводами, ведущими к скоростному клапану «Дако» и через разобшительный кран 1020 (см. рис. 228) к крану вспомогательного тормоза усл. № 254. Разобшительный кран 1020 при включенном центробежном регуляторе должен находиться в открытом положении (скоростной режим). При скорости движения выше 80 км/ч и экстренном торможении воздух через центробежный регулятор поступает в резервуар объемом 0,5 л и скоростной клапан «Дако», который из напорной магистрали и резервуара объемом 120 л наполняет тормозные цилиндры до давления 6,8 кгс/см². Если кран вспомогательного тормоза усл. № 254 не приводится в действие одновременно с краном машиниста усл. № 395, то повышенное давление в тормозных цилиндрах не возникает. Это снижает износ бандажей колесных пар при обычных регулировочных торможениях.

При скорости ниже 80 км/ч центробежный регулятор сообщает резервуар объемом 0,5 л с атмосферой и скоростной клапан «Дако» снижает давление в тормозных цилиндрах до 3,8 кгс/см². Когда ручка разобшительного крана 1020 находится в закрытом положении, воздух к центробежному регулятору не подходит. При торможении воздух из запасного резервуара через воздухораспределитель поступает в два резервуара объемом 8,2 л каждый и далее в скоростной клапан «Дако», который из резервуара объемом 120 л наполняет тормозные цилиндры до давления 3,8 кгс/см². Резервуары объемом 8,2 л являются ложными тормозными цилиндрами, а резервуар объемом 0,5 л служит для увеличения объема камеры скоростного клапана «Дако».

У электровоза ЧС4^т на буксе третьей колесной пары установлен второй центробежный регулятор, соединенный с трубопроводом систе-

мы управления и служащий для отключения реостатного торможения и замещения его пневматическим при скорости движения электровоза ниже 40 км/ч в случае применения экстренного торможения.

Центробежный регулятор (рис. 238) состоит из корпуса 5, с осью колесной пары он соединяется валиком 7, который при движении электровоза вращает грузы 4. Хвостовики грузов упираются в хомут 8, который отжимается в сторону колесной пары пружиной 6. Вторая пружина 10 находится между хомутом и валиком. Валик совместно с хомутом, грузами и пружинами вращается в подшипниках 9 и 12, укрепленных в корпусе 5 и крышке 11. Внутри хомута находится подшипник 3, который напрессован на поршень 13.

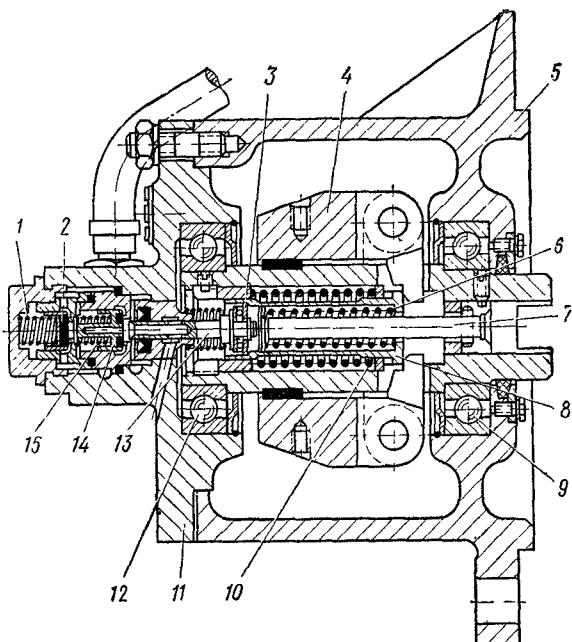


Рис. 238. Центробежный регулятор

Поршень имеет только осевое перемещение, но не вращается вместе с остальной системой. В поршне имеется отверстие для прохода воздуха. На два клапана 2 и 14 в крышке действуют пружины 1 и 15.

При скорости ниже 50 км/ч грузы центробежного регулятора находятся в положении I (рис. 239). В момент торможения давление воздуха в тормозных цилиндрах равно 3,8 кгс/см², полость А и трубопровод К сообщены с атмосферой. При скорости движения 80 км/ч грузы займут положение II, т. е. центробежные силы грузов 4, преодолевая усилие пружины 6, передвигают хомут 8 в сторону от оси колесной пары. Вместе с хомутом передвигается поршень 13, который открывает клапан 14; полость А и трубопровод К продолжают сообщаться с атмосферой.

В этом положении регулятора тормоз действует так же, как и при скорости до 50 км/ч. При скорости выше 80 км/ч (положение III) центробежная сила грузов преодолевает усилие обеих пружин 6 и 10, и хомут передвигается в сторону клапанов 2 и 14. Клапан 14 своим хвостовиком упирается в клапан 2 и разобщает полость А и трубопровод К с атмосферой, далее клапан 2 открывает и сообщает полость А с полостью Б. Воздух по трубопроводу В, полостям Б и А, открытым клапанам 2 и 14 центробежного регулятора и далее по трубопроводу К проходит в резервуар объемом 0,5 л и полость И скоростного клапана «Дако». Когда скорость движения становится меньше 80 км/ч клапан

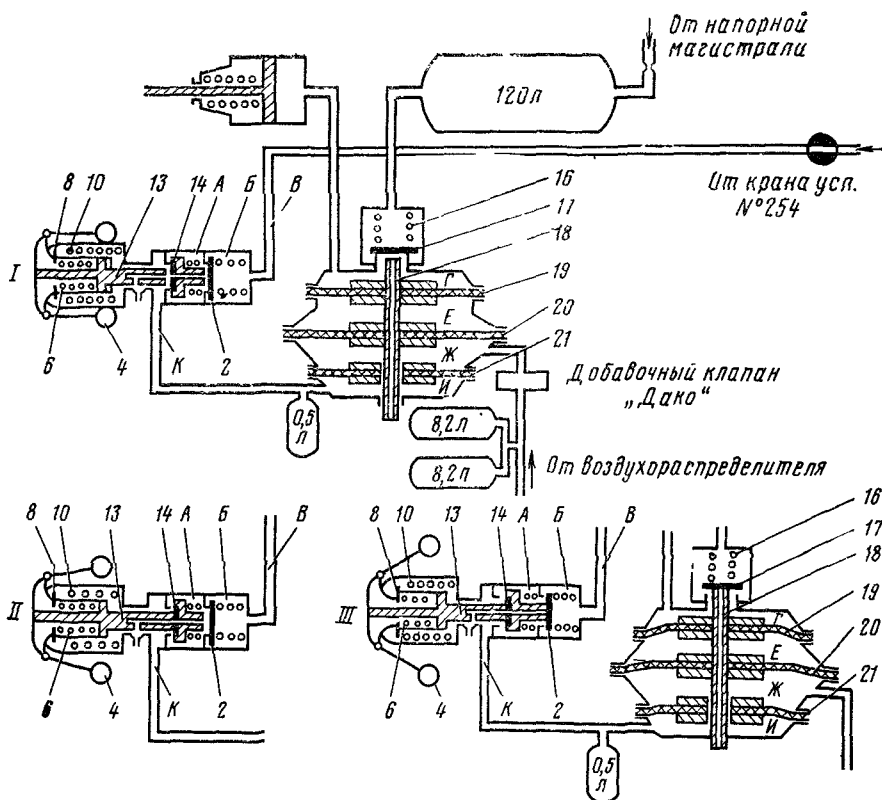


Рис. 239. Схема действия центробежного регулятора и скоростного клапана «Дако» (позиции 1—15 см. рис. 233, остальные — в тексте)

2 закрывается и разобщает полости А и Б, а затем клапан 14 сообщает полость А и трубопровод К с атмосферой.

Скоростной клапан «Дако» состоит из корпуса, к которому подведены четыре трубопровода, двойного клапана 17, трех диафрагм 19, 20 и 21, из которых первые две — 19, 20 жестко укреплены на стержне 18, а третья 21 может по нему свободно передвигаться. Двойной клапан 17 прижимается к своему седлу пружиной 16.

Если полости Ж и И сообщены с атмосферой, а в тормозном цилиндре имеется воздух, то он прогибает вниз верхнюю диафрагму 19 и открывает атмосферный клапан; воздух из тормозных цилиндров через полость Г уходит в атмосферу.

При обычном торможении воздух из воздухораспределителя приходит в полость Ж, воздействуя на диафрагмы 20 и 21. Площадь средней диафрагмы 20 больше, чем нижней 21, поэтому результирующее усилие (давление, умноженное на разницу площадей диафрагм) прогибает среднюю диафрагму 20 вверх, открывает клапан 17 и наполняет тормозные цилиндры сжатым воздухом из резервуара объемом 120 л. При торможении с включенным центробежным регулятором в полости

И создает давление, которое уравнивает давление на нижнюю диафрагму 21 из полости Ж. В результате этого усилие, действующее на клапан 17, равно произведению давления воздуха в полости Ж на площадь средней диафрагмы 20, т. е. в полости Г и тормозных цилиндрах будет повышенное давление.

Для проверки на стоянке действия скоростного тормоза при включенном центробежном регуляторе необходимо: открыть крышку центробежного регулятора и в одно из отверстий в грузах ввернуть болт с резьбой М 8. Болт потянуть на себя, т. е. поставить грузы полностью в открытое положение. Произвести экстренное торможение краном машиниста усл. № 395 и краном вспомогательного тормоза усл. № 254. При этом давление в тормозных цилиндрах должно находиться в пределах $6,5 \div 7,0$ кгс/см². После чего отпустить болт, т. е. вернуть грузы в исходное положение, давление в тормозных цилиндрах должно понизиться до величины 3,8 кгс/см².

§ 82. ДОБАВОЧНЫЙ КЛАПАН «ДАКО»

Для ограничения давления в тормозном цилиндре на электровозах ЧС4 и ЧС4^т применено устройство, состоящее из добавочного клапана «Дако» 1012 и резервуара объемом 2,5 л (см. рис. 228). Ограничение давления требуется для возможности замены на электровозе чугунных на композиционные тормозные колодки, которые ввиду большого коэффициента трения требуют пониженное давление в тормозных цилиндрах. С помощью добавочного клапана «Дако» можно изменять давление в диапазоне 1,6—3,8 кгс/см². Он устанавливается между воздухораспределителем и скоростным клапаном «Дако».

Добавочный клапан «Дако» (рис. 240) состоит из корпуса, к которому подведены три трубопровода, резиновой диафрагмы 3, двух поршней 2 и 5, балансира 6, подвижной опоры 1 балансира, двойного клапана 4, прижимаемого к седлу пружиной.

При торможении воздух от воздухораспределителя поступает в камеру А, пригибает диафрагму 3 и давит на поршень 2. Последний передает усилие на балансир 6, который, вращаясь вокруг подвижной опоры 1, давит на поршень 5, и тот открывает двойной клапан 4. Воздух из запасного резервуара по каналу В поступает в камеру Б, наполняет резервуар объемом 2,5 л и поступает в камеру Ж скоростного клапана «Дако» (см. рис. 239). Клапан 4 остается открытым до тех пор, пока действующая через балансир 6 на поршень 5 сила не уравнивает силу, действующую на поршень 2.

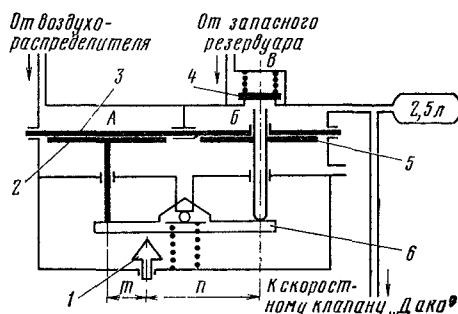


Рис. 240. Схема добавочного клапана «Дако»

При отпуске давление в камере *А* уменьшается воздухораспределителем, что вызывает нарушение равновесия системы поршней 2 и 5. Под избыточным давлением поршень 5 отпускается, и открывается атмосферный канал клапана 4, через который выпускается воздух из резервуара объемом 2,5 л и камеры *Ж* скоростного клапана «Дако».

Максимальное давление в камере *Ж* скоростного клапана «Дако» (см. рис. 239) можно регулировать, изменяя длину плеч *т* и *п* балансира 6 путем перемещения подвижной опоры 1.

§ 83. ЭЛЕКТРОПНЕВМАТИЧЕСКИЙ КЛАПАН АВТОСТОПА

Электропневматические клапаны автостопа усл. № 150 предназначены для автоматической экстренной остановки поезда перед запрещающим сигналом в тех случаях, когда машинист не подтвердит нажатием специальной рукоятки свою бдительность по наблюдению за сигналами.

Электропневматический клапан автостопа (рис. 241) — основной прибор автоостановной системы, связывающий электрическую часть

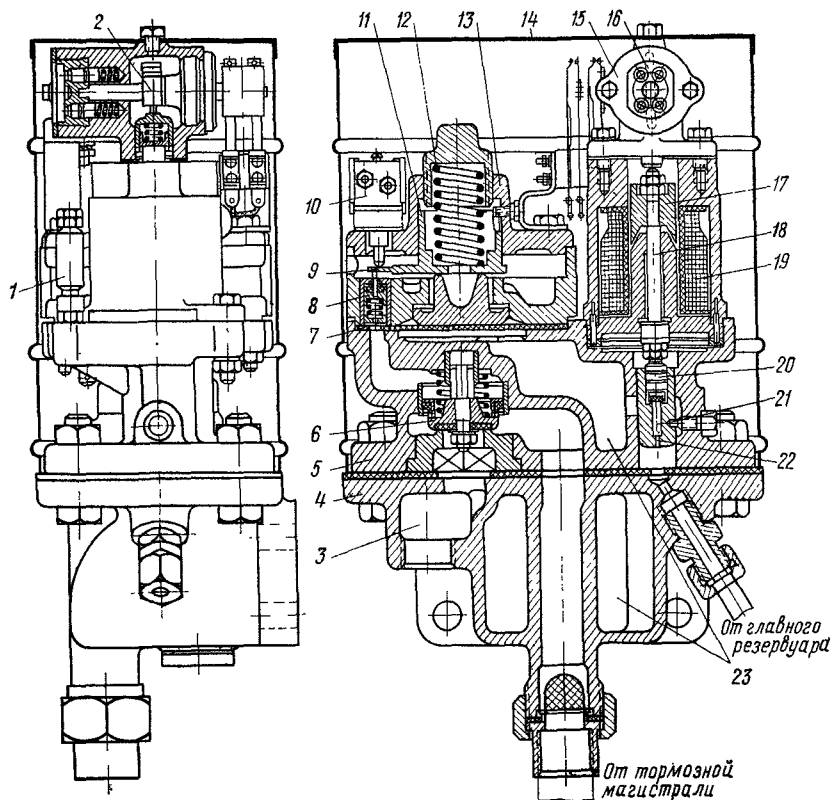


Рис. 241. Электропневматический клапан автостопа

устройства с пневматической системой тормоза электровоза и поезда. Клапан автостопа включает в себя следующие основные части: кронштейн 4, корпус 5, электромагнит, замок 15 и электропневматическое реле, состоящее из промежуточной части, крышки 13, регулирующей пружины 12, рычага 9 и концевого переключателя 10.

В кронштейне 4 расположены камера выдержки времени 23 объемом 1 л, два отвода для соединения с напорной (главным резервуаром) и тормозной магистралью, а также атмосферный канал 3.

В корпусе расположен срывной клапан 6 экстренной разрядки магистрали с пружиной, клапан 20 управления камерой выдержки времени, плунжер и свисток 1.

Электромагнит состоит из сердечника, катушки 19, якоря 17 и штока 18. Ход клапана 20 в сборе устанавливают в диапазоне 0,8—1,4 мм, а ход якоря 17 — от 1,3 до 1,7 мм.

Технические данные катушки электромагнита следующие:

Номинальное напряжение	50 В
Номинальный ток	0,34 А
Потребляемая мощность	17 Вт
Сопrotивление катушки	145 Ом
Число витков из провода ПЭ диаметром 0,35 мм	5000

В корпусе замка находятся эксцентриковый валик 2, механизм для приведения эксцентрика в действие и буфер замка, передающий усилие от эксцентрика на шток.

В промежуточной части расположены диафрагма 7, нажимная шайба и клапан 8 для разрядки камеры над поршнем срывного клапана 6. Клапан автостопа закрыт запломбированным кожухом 14.

Провода от электромагнита и концевого переключателя 10 выведены на специальную панель зажимов, а из-под кожуха в резиновом шланге выведены наружу. В стакане 11 помещена пружина 12, которую регулируют винтом так, чтобы при снижении давления под диафрагмой 7 до 1,5 кгс/см² стержень концевого переключателя 10 опустился в нижнее положение и замкнул нижнюю пару контактов.

Для зарядки электропневматического клапана необходимо в замок 15 вставить ключ 16 и повернуть его в правое положение до упора. Эксцентриковый валик 2 через буфер переместит шток 18 с плунжером и прижмет клапан 20 к седлу. Воздух из напорной трубы через калиброванное отверстие 22 диаметром 0,8 мм и отверстие 21 диаметром 1 мм поступит в камеру выдержки времени 23 и под диафрагму 7. Зарядка камеры 23 от 1,5 до 8 кгс/см² происходит в течение не более 10 с.

Под давлением воздуха диафрагма 7 займет крайнее верхнее положение и через шайбу поднимет рычаг 9, который переместит стержень концевого переключателя 10 и замкнет верхнюю пару контактов (рис. 242). В результате цепь электромагнита будет подготовлена к включению. Включают электромагнит, а следовательно, и электропневматический клапан в рабочее положение нажатием рукоятки бдительности.

Одновременно сжатый воздух из тормозной магистрали через калиброванное отверстие диаметром 0,8 мм в поршне срывного клапана 6 поступает в камеру и прижимает клапан 8 к седлу. Давления по обе

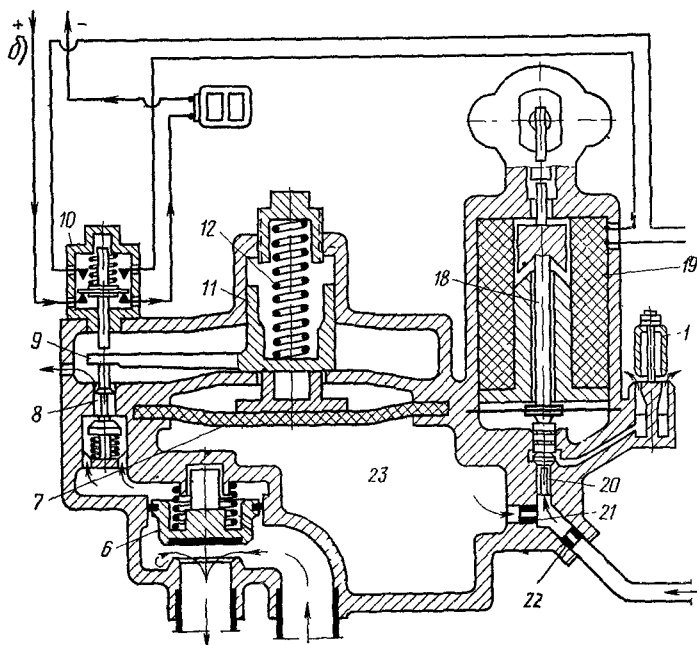
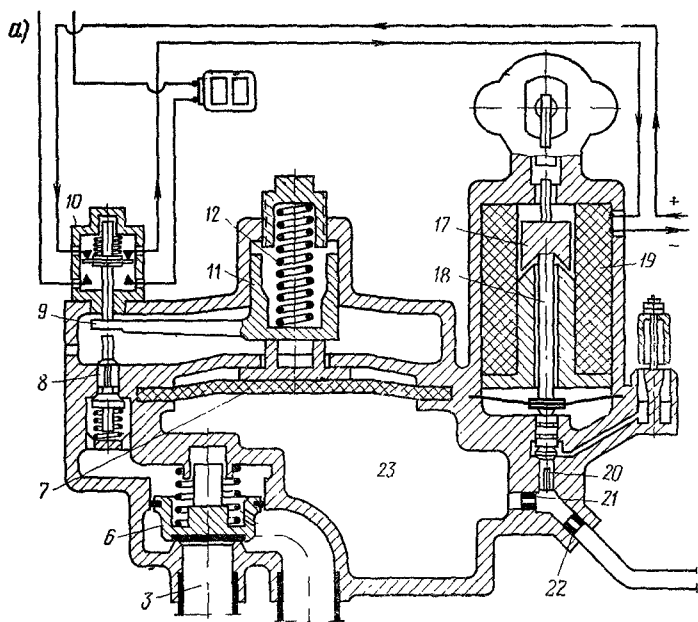


Рис. 242. Схема электропневматического клапана автостопа в нормальном положении (а) и при экстренном торможении (б) (обозначения те же, что и на рис 236)

стороны клапана 6 уравниваются, и вследствие разности площадей и давления пружины клапан 6 будет устойчиво находиться в нижнем положении, разобщая атмосферный канал 3 (рис. 241) с тормозной магистралью.

При отпускании рукоятки бдительности катушка электропневматического клапана получает питание, якорь 17 (см. рис. 242) притягивается к сердечнику, и шток 18 через плунжер прижимает клапан 20 к седлу. После этого следует извлечь ключ из замка, повернув его в левое положение до упора.

В случае проезда путевого индуктора катушка клапана обесточивается, и давлением на плунжер якорь 17 со штоком 18 поднимается вверх, разгружая клапан 20. Сжатый воздух камеры 23 выдержки времени через калиброванное отверстие 21 диаметром 1 мм и клапан 20 поступает в свисток 1. Одновременно воздух в свисток будет поступать из напорной трубы через отверстие 22 диаметром 0,8 мм.

Если в течение 6—7 с после начала работы свистка автостопа будет нажата рукоятка бдительности, катушка электромагнита опять получит питание и электропневматический клапан автостопа придет в исходное положение. Снижение давления воздуха в камере выдержки с 8 до 1,5 кгс/см² происходит за 7—8 с. Если в течение 6—7 с рукоятка бдительности не будет нажата, то за это время давление воздуха в камере 23 под диафрагмой 7 снизится до 1,5 кгс/см². При этом под действием пружины 12 диафрагма 7 прогнется вниз на 5—8,5 мм, а рычаг 9 откроет клапан 8, в результате чего камера над срывным клапаном 6 сообщится с атмосферой.

Давлением воздуха из тормозной магистрали поршень срывного клапана 6 будет отжат от седла и произойдет экстренная разрядка тормозной магистрали через широкий атмосферный канал 3. Стержень концевого переключателя 10, следуя за рычагом 9, опустится вниз, вызывая тем самым срабатывание счетчика торможения и разрыв цепи автостопа.

При давлении в тормозной магистрали около 1,5 кгс/см² срывной клапан 6 под действием пружины опустится на седло. Давлению воздуха после опускания клапана на седло будет подвержена только кольцевая площадь клапана, вследствие чего клапан будет четко зафиксирован на седле.

Однако прекратить начавшееся торможение поезда, вызванное автостопом, нажатием рукоятки бдительности невозможно, так как цепь питания электромагнита при этом будет разорвана контактами концевого переключателя 10. Чтобы восстановить работу автостопа и произвести отпуск тормозов в поезде, необходимо повернуть ключ в крайнее правое положение. При этом эксцентриковый валик 2 замка 15 прижмет клапан 20, и в течение 10 с произойдет зарядка камеры 23 выдержки времени.

При зарядке камеры рычаг 9 переместится в верхнее положение, разомкнет нижние и замкнет верхние контакты концевого переключателя, подготовив тем самым электрическую цепь для возбуждения автостопа, которое произойдет при нажатии рукоятки бдительности.

§ 84. РЫЧАЖНАЯ ПЕРЕДАЧА

[illegible]

тормозной цилиндр 10" 3, смонтированный на кронштейне, приваренном к раме тележки. Усилие от штока тормозного цилиндра передается рычагу 1, верхний конец которого укреплен на консоли рамы тележки. От рычага 1 усилие передается через поперечный балансир и две тяги 2 на траверсу и далее через рычаги 4 на башмаки, на каждом из которых установлена двойная тормозная колодка.

При впуске воздуха в тормозной цилиндр, площадь поршня которого равна 506 см^2 , уси-

Рис. 244. Тормозная колодка и башмак

лие на штоке поршня при давлении 3,8 кгс/см² составляет 1923 кгс, а при давлении 6,8 кгс/см² — 3440 кгс.

Передаточное число от тормозных цилиндров до колодок у первой и третьей колесных пар составляет

$$\frac{475}{195} \left(\frac{580}{290} + \frac{290}{290} \times \frac{750}{375} \right) = 9,74;$$

у второй колесной пары — 9,58.

При к. п. д. рычажной передачи 0,9 нажатие колодок на бандаж и действительный коэффициент нажатия (отношение величины нажатия колодок к нагрузке на ось 21 000 кгс) составляют:

Давление в тормозных цилиндрах, кгс/см ²	3,8	6,8
Нажатие колодок на бандаж колесных пар, кгс	16 857	30 155*
	16 573	29 647
	0,80	1,43
Действительный коэффициент нажатия	0,79	1,41

* В числителе — для первой и третьей, в знаменателе — для второй колесных пар.

Первую колесную пару можно затормозить ручным тормозом, для чего следует повернуть штурвал, насаженный на вал с резьбой; при этом гайка поднимается и перемещает рычаг, который соединен с рычажной передачей пневматического тормоза.

Тормозные колодки 4 (рис. 244) с помощью чек 3 устанавливают на башмаках 2, которые валиками 6 крепят к балансиру 1, связанному с рычажной передачей. Для предупреждения выпадания чек в их проушины поставлены шплинты 5.

§ 85. АВТОМАТИЧЕСКИЙ РЕГУЛЯТОР

Резьбовой конец тяги (рис. 245) проходит через корпус регулятора 2, соединенного с тормозным рычагом.

Внутри корпуса на резьбовую часть тяги 1 (рис. 246) надета разрезная гайка 2, четыре сегмента которой стягиваются пружиной 3, а для предупреждения взаимного осевого смещения снабжена кольцом 4. С одной стороны гайка 2 имеет коническую поверхность, которая соприкасается с коническим седлом корпуса при торможении. Направление движения тяги в корпусе регулятора обеспечивается концевым упором 5.

К регулируемому устройству относятся также коррек-

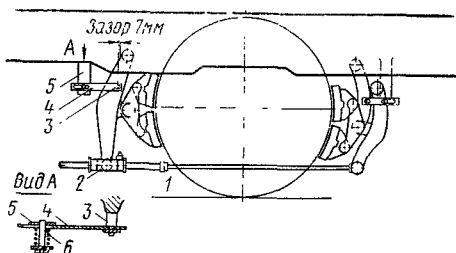


Рис. 245. Автоматический регулятор

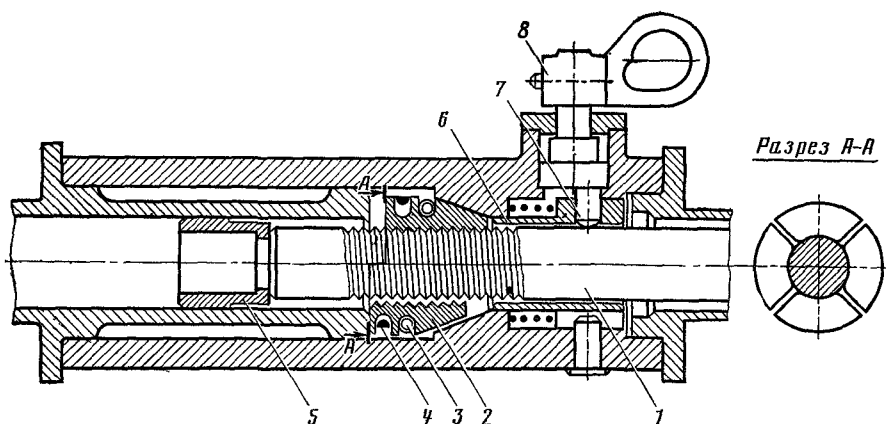


Рис. 246. Корпус автоматического регулятора

рующие планки 4 (рис. 245), установленные на кронштейнах 5 и прижимаемые к ним пружинами 6. Другой конец корректирующей планки овальным отверстием свободно насажен на валик 3, благодаря чему обеспечивается зазор 7 мм между валиком и поверхностью отверстия планки при отпущенном тормозе.

При перемещении разрезной гайки 2 (см. рис. 246) по резьбе тормозной тяги 1 изменяется ее рабочая длина, а следовательно, и величина хода поршня тормозного цилиндра.

Для увеличения длины тормозной тяги при смене тормозных колодок необходимо повернуть выключатель 8, который передвигает втулку 6 через эксцентриковый шип 7 и выдвигает разрезную гайку 2 из конического седла. Затем вручную увеличивают длину тормозной тяги. По окончании смены колодок производят торможение и отпуск, после чего обеспечивается автоматическая регулировка хода поршня тормозного цилиндра в диапазоне 60—120 мм.

При нормальной величине хода поршня тормозного цилиндра (около 90 мм), благодаря наличию овальных отверстий в планке 4 (см. рис. 245) в отпущенном состоянии тормоза обеспечивается отход тормозных колодок от поверхности катания колес примерно на 12 мм.

§ 86. СХЕМА ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ТОРМОЗАМИ

Электропоезда ЧС4 и ЧС4т имеют оборудование для электрического управления пневматическими тормозами (рис. 247) электропоезда и вагонов поезда. Основными элементами этого оборудования являются: статический преобразователь СП, блок управления БУ, электровоздухораспределитель ЭВ, кран машиниста с тормозным контроллером ТК, блок-контакты главного выключателя ГВ, концевая коробка КК, вольтметр V и сигнальные лампы ЛС («Отпуск тормозов»), ЛП («Перекрышка»), ЛТ («Торможение»).

Контроль целостности линейных проводов при положениях I и II ручки крана машиниста производится подачей переменного напряжения 50 В от статического преобразователя СП.

Цепь переменного тока следующая: зажим 1 преобразователя СП — блок-контакты ГВ — зажим $З_1$ блока управления БУ — ограничительный резистор R_1 — размыкающий контакт $ОР_2$ реле отпуска — замыкающий контакт $ТР_2$ реле торможения — зажим Л — линия блока управления БУ — рабочий провод 1.

Через контакты соединительного рукава переменное напряжение от провода 1 подается на контрольный провод 2, а затем через размыкающий контакт $КР_2$ контрольного реле и выпрямительный мост ВК — на катушку реле КР. Одновременно через зажим 3 блока управления БУ, размыкающие контакты $ТР_4$ и $ОР_4$ реле торможения и отпуска, ограничительный резистор R_2 , зажим $Л_1$ питание приходит на зажим 2 преобразователя СП. После включения контрольного реле КР замыкаются его контакты $КР_1$ и $КР_3$ и размыкается контакт $КР_2$. Питание катушки реле КР осуществляется через ограничительный резистор R_4 . Если цепь исправна, горит сигнальная лампа ЛС, напряжение на которую приходит от аккумуляторной батареи по проводу АВ через ограничительный резистор R_3 и замкнутый контакт $КР_1$.

Катушки электропневматических вентилях ОЭ и ТЭ электровоздухораспределителя ЭВ имеют большое индуктивное сопротивление, поэтому переменный ток по ним практически не проходит.

Постоянное напряжение от статического преобразователя СП поступает на зажимы +50 и -50 блока управления БУ.

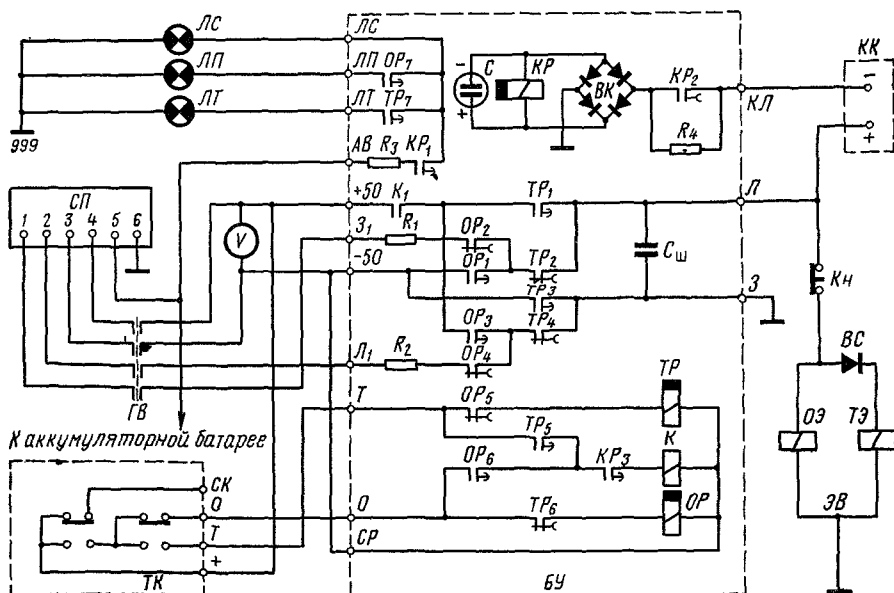


Рис. 247. Схема электрического управления тормозами

При переводе ручки крана машиниста в положение III или IV напряжение от зажима «+50» через контакты тормозного контроллера ТК поступает на зажим О блока управления БУ, а затем через размыкающий контакт TP_6 — на катушку реле отпуска ОР. Контакты этого реле OP_1 , OP_3 , OP_6 , OP_7 замыкаются, а OP_2 , OP_4 , OP_5 размыкаются.

Через зажим О и замкнутые контакты OP_6 и KP_3 получает питание сильноточное реле К и замыкает свой контакт K_1 . Напряжение с зажима «+50» через замкнутые контакты K_1 , OP_3 и TP_4 подается на зажим З блока управления БУ, а затем на корпус.

Далее постоянный ток проходит через катушку вентиля ОЭ электровоздухораспределителя (прохождению тока через катушку ТЭ препятствует селеновый диод ВС) к зажиму Л, затем через замкнутые контакты TP_2 и OP_1 на зажим —50, т. е. к минусу преобразователя. Одновременно через выпрямительный мост ВК получает питание катушка контрольного реле КР, благодаря чему осуществляется контроль целостности линии. При этом через замкнутый контакт OP_7 напряжение поступает на лампу ЛП. Лампа ЛС продолжает гореть.

При переводе ручки крана машиниста в положение V или VI тормозной контроллер ТК отключает от питающего напряжения провод О и подает питание на провод Т. При этом обесточивается катушка реле отпуска ОР, и постоянное напряжение подводится к катушке тормозного реле ТР, контакты реле отпуска OP_1 , OP_3 , OP_6 и OP_7 размыкаются, а OP_2 , OP_4 и OP_5 замыкаются. Контакты тормозного реле TP_1 , TP_3 , TP_5 и TP_7 замыкаются, а TP_2 , TP_4 и TP_6 размыкаются. Контакты KP_1 , KP_3 , OP_1 , OP_3 , OP_6 , OP_7 , TP_1 , TP_3 , TP_5 и TP_7 выключаются с выдержкой времени (реле КР, ТР и ОР имеют медные гильзы на магнитопроводе). Также с выдержкой времени происходит включение контактов OP_2 , OP_4 , OP_5 , TP_2 , TP_4 и TP_6 .

От статического преобразователя СП постоянное напряжение поступает через замкнутые контакты K_1 и TP_1 на зажим Л и далее — на катушки вентиля ТЭ и ОЭ электровоздухораспределителя. Через зажим З блока управления БУ и замкнутый контакт TP_3 напряжение приходит на зажим —50, т. е. на минус преобразователя. Контакт TP_7 включает сигнальную лампу ЛТ, а контакт OP_7 выключает лампу ЛП. В случае изменения полярности катушка реле КР остается под напряжением благодаря включенному параллельно конденсатору С.

Катушка контрольного реле КР получает питание через резистор R_4 и выпрямительный мост ВК.

§ 87. ПНЕВМАТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА

Пневматическая система управления состоит из воздухопроводов и приборов, обеспечивающих подачу воздуха к пневматическим механизмам и аппаратам (рис. 248). Воздух из напорной магистрали через разобщительный кран, золотниковый питательный клапан 920, обратный клапан 942, фильтр 919 поступает в резервуар управления 903. Золотниковый питательный клапан поддерживает в системе давление сжатого воздуха 4,7 кгс/см², которое необходимо для работы электропневматических приборов и аппаратов.

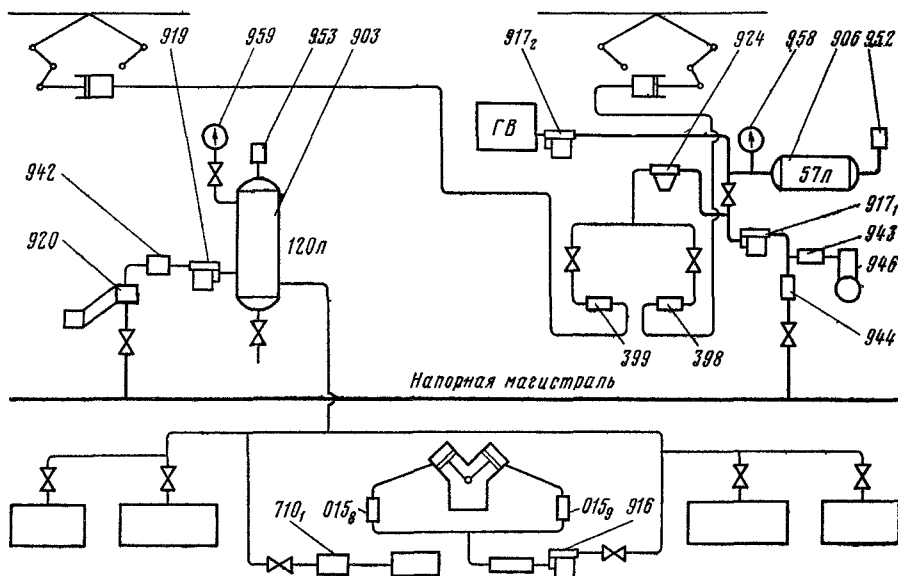


Рис 248. Схема пневматической системы управления

Контроль давления в резервуаре управления осуществляет манометр 959. Превышению давления в резервуаре препятствует предохранительный клапан 953, отрегулированный на давление 5 кгс/см². Для выпуска влаги из резервуара управления установлен спускной кран. Из резервуара управления через фильтр 916 воздух проходит к вентилям 015₈, 015₉ пневмодвигателя переключателя ступеней тягового трансформатора. Воздух поступает также в приводные вентили тормозных резисторов, через электропневматический вентиль 710₁ — в контактор отопления поезда от электровоза и на питание пневматических приборов, помещенных в шкафах с реверсорами и отключателями тяговых двигателей. Сжатый воздух к цилиндрам токоприемников подводится из напорной магистрали через разобщительный кран, обратный клапан 944, фильтр 917₁, редукционный клапан 924, который понижает давление до 4,7 кгс/см², электропневматические вентили 398 и 399 токоприемников. Воздух поступает также в резервуар 906 токоприемников, а через фильтр 917₂ — к ГВ.

При отсутствии сжатого воздуха в напорной магистрали подъем токоприемников и включение ГВ производятся сжатым воздухом, получаемым от вспомогательного компрессора 946, электродвигатель которого получает питание от аккумуляторной батареи. Вспомогательный компрессор через обратный клапан 943 и фильтр 917₁ наполняет сжатым воздухом резервуар 906 токоприемников, давление в котором определяют по манометру 958. Превышению давления в резервуаре 906 препятствует предохранительный клапан 952, отрегулированный на давление 9,5 кгс/см².

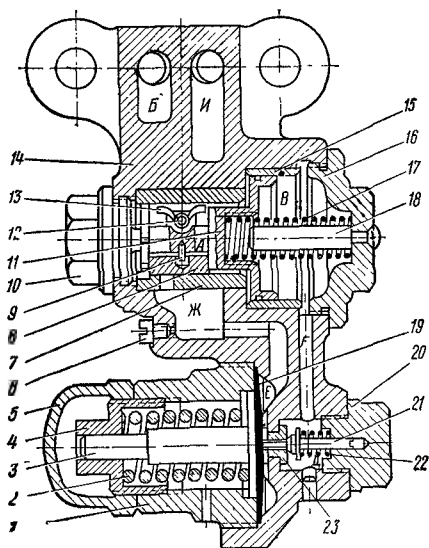


Рис. 249. Золотниковый питательный клапан

поршня. Во втулке 15 перемещается поршень 11, между запле- чиками хвостовика которого расположен золотник 8, соединенный с хвостовиком поршня через поводок 9. Золотник 8 к зеркалу втулки 7 прижимается пружиной 13, укрепленной на шпильке 12, которая встав- лена в ушики золотника.

Поршень 11 разделяет верхнюю полость на две камеры: левую А, сообщенную каналом Б с напорной магистралью, и правую В, сооб- щенную каналом Г с камерой Д, в которой находится возбуждательный клапан 21. Кроме того, камера В через зазор между поршнем 11 и втул- кой 15 сообщается с камерой А. Камера А закрыта крышкой 10, а ка- мера В — крышкой 16, в которой закреплен стержень 18, являющийся ограничителем перемещения поршня 11 и одновременно направляющим для пружины 17.

Возбуждательный клапан 21 своим правым хвостовиком направляет- ся в крышке 20, а пружиной 22 прижимается к седлу 23, запрессован- ному в нижней части корпуса 14. Левым хвостовиком клапан 21 упру- ается в диафрагму 19, прижатую крышкой 1 к корпусу 14. С левой сто- роны на диафрагму 19 через стержень 3 действует пружина 2, упираю- щаяся в регулирующий стакан 4, закрепляемый контргайкой 5. Ка- мера Е по правую сторону диафрагмы 19 через камеру Ж каналом И сообщается с трубопроводом системы управления.

Винт 6 предусмотрен для возможности очистки канала в нижней части корпуса 14.

Под давлением сжатого воздуха, поступающего из напорной ма- гистральной по каналу Б в камеру А, поршень 11 вместе с золотником 8 перемещается вправо. Через открытое отверстие во втулке 7 воздух по-

Объем резервуара 906 позволяет иметь запас сжатого воздуха, не- обходимый для удержания токо- приемников в поднятом положении в течение времени, достаточного для того, чтобы главные компрес- соры накачали воздух в главные резервуары и напорную магистраль.

Золотниковый питательный кла- пан в качестве стабилизатора дав- ления применяют в системе управ- ления для снижения давления на- порной магистрали. Ввиду того что проходы для воздуха достаточно широки, давление в трубопроводе системы управления поддерживается постоянным.

Золотниковый питательный кла- пан (рис. 249) состоит из двух ча- стей: верхней (питательной) и ни- жней (возбуждательной). В верхней части корпуса 14 запрессованы втулка 7 золотника и втулка 15

ступают в камеру *Ж* и далее по каналу *И* в трубопровод системы управления и одновременно в камеру *Е*. Из камеры *А* через зазор между поршнем *11* и втулкой *15* воздух проходит в камеру *В*.

При достижении в камере *Е* (а следовательно, и в трубопроводе системы управления) давления, на которое отрегулирована пружина *2*, диафрагма *19* займет среднее положение, чем обеспечивается прижатие клапана *21* к седлу *23* под усилием пружины *22*. За счет зазора между поршнем *11* и втулкой *15* давление сжатого воздуха в камере *В* и в камере *А* выравнивается. Пружина *17* перемещает поршень *11* влево; при этом золотник *8* разобьщает камеру *А* с камерой *Ж* и питание системы управления прекращается.

При снижении давления в трубопроводе (а следовательно, и в камере *Е*) усилием пружины *2* диафрагма *19* прогибается вправо и отжимает от седла *23* возбуждательный клапан *21*.

Когда расход воздуха из трубопровода незначительный, то его пополнение происходит по следующему пути: из камеры *А* через зазоры между поршнем *11* и втулкой *15*, камеру *В*, по каналу *Г*, через камеру *Д*, канал седла *23*, камеру *Е* и далее через камеру *Ж* и канал *И*.

Если же расход воздуха не может быть восполнен за счет его перетекания через зазор между втулкой *15* и поршнем *11*, давление в камере *В* резко снижается, и поршень *11* перемещается вправо. В этом случае питание трубопровода происходит, как указано выше (стр. 328).

§ 88. ЗВУКОВЫЕ СИГНАЛЫ И СТЕКЛООЧИСТИТЕЛИ

Для подачи звуковых сигналов на электровозах ЧС4 и ЧС4г установлены тифоны и свистки (пневматическая схема соединения звуковых сигналов и стеклоочистителей показана на рис. 250). Воздух из напорной магистрали проходит к стеклоочистителям *949*, а также через редукционный клапан *922* и электропневматические вентили *540—543*, к тифону *947* и свистку *948*.

Для снижения давления напорной магистрали до 7 кгс/см^2 установлены редукционные клапаны (рис. 251). К корпусу *2* клапана подводятся трубопроводы слева от напорной магистрали, а справа от тифонов. К седлу *4*, впрысцованному в корпус *2*, пружиной *3* прижимается клапан *5*. В нижней части корпуса болтами прикреплен стакан *8*. Между корпусом *2* и стаканом *8* крепится диафрагма *10* с верхней *1* и нижней *6* тарелками. В верхнюю тарелку упирается хвостовик клапана *5*, а на нижнюю

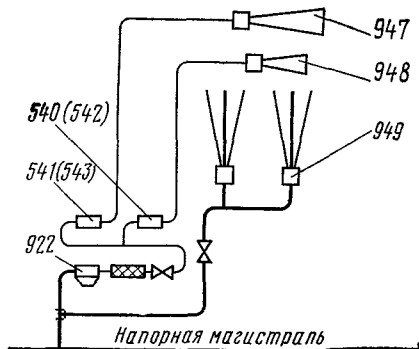


Рис. 250. Пневматическая схема соединения звуковых сигналов и стеклоочистителей

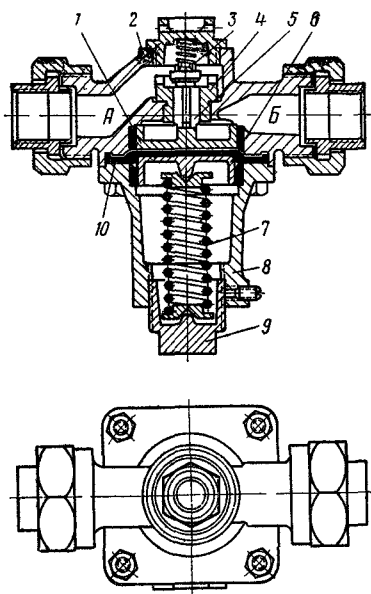


Рис. 251. Редукционный клапан

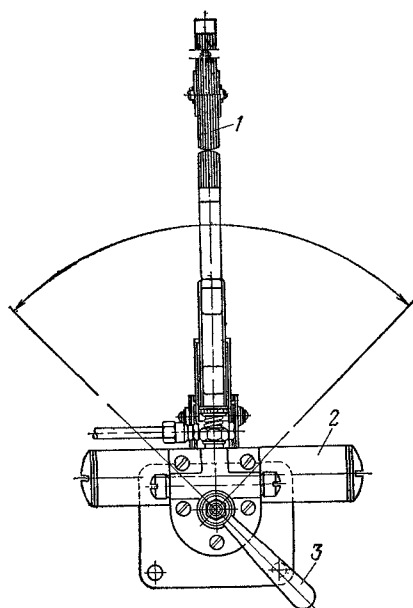


Рис. 252. Пневматический стеклоочиститель

тарелку давит пружина 7, которая упирается в регулировочную гайку 9. Если давление в полости *Б* будет выше или равно 7 кгс/см^2 , давление над верхней тарелкой 1, преодолевая усилие пружины 7, прогибает диафрагму 10 вниз и клапан 5 закрывается, прекращая доступ сжатого воздуха из полости *А* в полость *Б*.

Когда давление в полости *Б* станет ниже 7 кгс/см^2 , пружина 7 прогнет вверх диафрагму 10 и откроет клапан 5. Сжатый воздух при этом будет перетекать из полости *А* в полость *Б* до тех пор, пока давление в камере *Б* не повысится до 7 кгс/см^2 и клапан 5 снова закроется. Регулируют давление гайкой 9.

Для очистки лобовых стекол от снега и дождя служат пневматические стеклоочистители (по два в каждой кабине машиниста). Стеклоочиститель (рис. 252) включает в себя щетку 1, пневматический привод 2 и ручку 3. Пуск стеклоочистителя в работу производится болтом, которым регулируют также и скорость движения щетки 1.

Угол отклонения щетки 1, а следовательно, рабочую зону, регулируют кольцом на валу стеклоочистителя, которое затем фиксируют гайкой. При повороте кольца против часовой стрелки угол увеличивается.

Стеклоочиститель работает при давлении воздуха от 1 до 9 кгс/см^2 . Ручка 3 позволяет работать стеклоочистителем вручную без пневматического привода.

§ 89. ПЕСОЧНИЦЫ

Для предупреждения или прекращения боксования колес, а также заклинивания колес при торможении на рельсы подсыпают песок, увеличивая тем самым сцепление колес с рельсами. Электровозы ЧС4 и ЧС4^т оборудованы бункерами для песка общим объемом 1600 л, которые размещены в боковых стенках кузова. Управление электромагнитными вентилями песочниц осуществляется из

кабин машиниста. Форсунки песочниц расположены в нижней части рамы электровоза. Воздух из напорной магистрали (рис. 253) через редукционный клапан 923 поступает на электромагнитные вентили 471 и клапан песочницы 929. Редукционный клапан регулируют на давление 7 кгс/см². По конструкции он не отличается от клапана, установленного на тифонах. После возбуждения одного из электромагнитных вентилях воздух подается на один из клапанов песочниц для подсыпки песка вперед или назад в зависимости от направления движения электровоза. Песок подается под 1-ю и 4-ю оси электровоза при движении вперед и под 3-ю и 6-ю при движении назад. Клапан песочницы 929 имеет подвод воздуха непосредственно из напорной магистрали. При возбуждении электромагнитного вентиля открывается клапан 929 и обеспечивает свободный проход воздуха из напор-

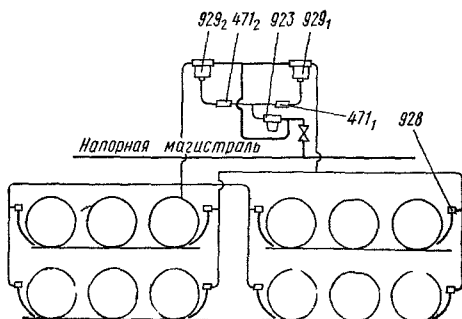


Рис. 253. Пневматическая схема подачи песка

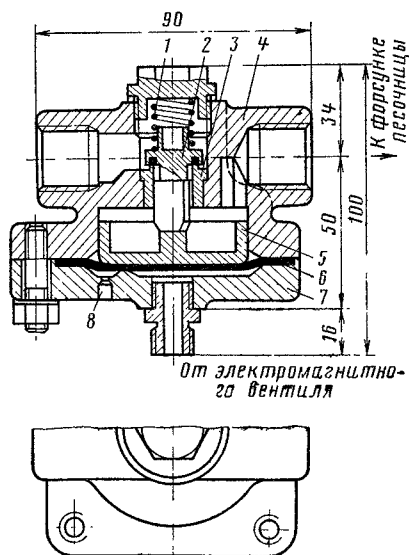


Рис. 254. Клапан песочницы

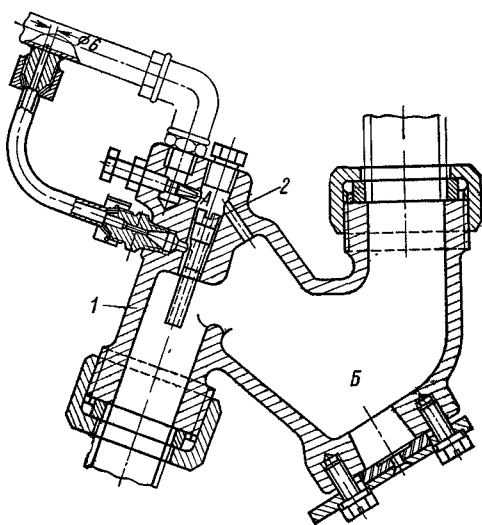


Рис. 255. Форсунка песочницы

ной магистрали к форсункам 928 песочницы трубопроводом диаметром 1/2".

Между корпусом 4 клапана песочницы (рис. 254) и крышкой 7 зажата диафрагма 6, над которой находится плунжер 5. В плунжер упирается хвостовиком клапан 2, прижимаемый к седлу 3 пружиной 1.

При возбуждении электромагнитного вентиля сжатый воздух поступает под диафрагму 6, прогибает ее вверх и открывает клапан 2. Воздух из напорной магистрали через открытый клапан 2 поступает к форсункам песочниц. После прекращения возбуждения электромагнитных вентилей воздух из-под диафрагмы 6 уходит в атмосферу через отверстие 8, диафрагма занимает первоначальное положение и клапан 2 закрывается. Песок из бункеров попадает в форсунку песочницы, откуда сжатым воздухом по трубе и наконечнику направляется под колеса.

Форсунка (рис. 255) состоит из корпуса 1, к которому подсоединяется труба, подводящая песок из бункера. К нижнему колену подсоединен трубопровод, подающий песок к наконечникам. Благодаря наличию изгиба и наклонного положения форсунки песок самотеком идти не может.

Подача песка производится сжатым воздухом, поступающим от клапана песочницы, в полость А, откуда идет в полость Б, где находится песок. Песок разрыхляется воздухом и начинает течь в трубопровод, ведущий к наконечникам. Кроме того, из полости А воздух через сопло 2 поступает в трубопровод, подхватывает песок и через наконечники подает его под колеса электровоза.

УПРАВЛЕНИЕ ЭЛЕКТРОВОЗОМ

§ 90. ПОДГОТОВКА ЭЛЕКТРОВОЗА К РАБОТЕ

При приемке электровоза от сменяемой бригады или от дежурного по депо локомотивная бригада получает ключи от наружных дверей электровоза, ключ управления (блокирующий переключатели на пульте управления электровозом), ключи включения контактора отопления поезда от электровоза и электропневматического тормоза. Затем производит осмотр электровоза, при котором следует проверить:

наличие пломб на соответствующих аппаратах (см. приложение II);

исправность всех измерительных приборов и регистрирующих скоростемеров (нет ли явных механических повреждений);

правильность положения кранов тормозного и пневматического оборудования (соответствие схеме пневматической системы электровоза);

состояние дугогасительных камер переключателя ступеней тягового трансформатора и контакторов, контактных поверхностей контакторов, реверсоров и переключателей $X-O$ (или $X-T$ на электровозах ЧС4^т), коллекторов и щеточного аппарата вспомогательных машин;

уровень масла и герметичность системы масляного охлаждения тягового трансформатора;

комплектность и исправность инструмента;

наличие и исправность заземляющей штанги;

количество смазочных материалов, воды в баке умывальника, песка в песочных бункерах;

показания счетчика электроэнергии.

Необходимо убедиться, что во включенном положении находятся блок разъединителя токоприемников с заземлителем (включены один или оба токоприемника), переключатели $X-O$ или $X-T$, а тяговые выпрямительные установки соединены специальными отключателями с силовыми цепями. В случае если эти аппараты находятся в разомкнутом положении, включать их до выяснения и устранения причин отключения не допускается. Должны быть также включены автоматический выключатель вспомогательных машин с надежной фиксацией рукоятки во включенном положении задвижкой и необходимые для работы электровоза автоматические защитные выключатели АЗВ. На электровозах ЧС4 силовые предохранители вспомогательных цепей должны быть вставлены в соответствующие пинцеты (203, 204, 205, 206 или 203₁, 204₁, 205, 206). На электровозах ЧС4-160 включительно

и электровозах ЧС4^т необходимо убедиться в том, что режим работы мотор-вентиляторов соответствует требуемому по сезону («Зимний» или «Летний»). Переключение режимов на электровозах ЧС4 осуществляется на панелях зажимов, расположенных на корпусах мотор-вентиляторов (положение 2—1 — «Летний» режим, положение 2—2 «Зимний» режим); на электровозах ЧС4^т переключатели «Зима»—«Лето» находятся в шкафах полупроводниковых преобразовательных установок.

§ 91. ПОДГОТОВКА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Выполнив описанные выше операции и убедившись, что на крыше, под электровозом и в высоковольтной камере (ВВК) нет людей и посторонних предметов, необходимо закрыть двери ВВК, установить на место и заблокировать съемные щиты шкафов выпрямительных установок, шкафов с высоковольтным оборудованием и шкафа с контакторами и реле (а на электровозах до ЧС4-054 заблокировать также лестницы для подъема на крышу).

После этого следует:

- включить автоматический защитный выключатель аккумуляторной батареи, находящийся во второй кабине электровоза;

- с помощью ключа управления разблокировать переключатели на пульте управления электровозом;

- установить выключатели управления 368 (369) в положение *Упр*;
- постановкой переключателей 483 (484), 384 (385) в положение 1 убедиться в целостности сигнальных ламп на пультах управления электровозом, после чего вернуть переключатели в нулевое положение;

- проверить положение сигнальных реле в блоке защит 850 и в шкафах полупроводниковых преобразовательных установок. Выпавшие флажки восстановить в исходное положение.

Если отсутствует сжатый воздух в пневматической системе электровоза или его давление недостаточно, необходимо с помощью переключателя 456 (457) включить вспомогательный компрессор и дожидаться, когда давление воздуха в резервуаре главного выключателя поднимется до 8 кгс/см², а в цилиндрах токоприемников превысит 3,5 кгс/см². Наполнить также вспомогательный резервуар 906. Давление проверять по манометру 958 (959). Затем поставить выключатель управления 368 (369) в положение *Вкл. ГВ* и убедиться по положению указателя 378 (379), что главный выключатель включился, открыть оба крана для подъема токоприемников 1004/1 и 1004/2;

включением одного из переключателей «Пантографы» 396 (397) или 402 (403) поднять токоприемник и по показанию сетевого вольтметра 880 (881) убедиться в наличии напряжения в контактной сети. Перед подъемом токоприемника необходимо дать предупредительный сигнал.

После подъема токоприемника следует установить переключатели «Компрессоры» 418, 420 (419, 421) в положение *А*. При этом создается электрическая цепь автоматического включения электродвигателей компрессоров через контакты регулятора давления 430. Когда

давление сжатого воздуха в главных резервуарах 902 достигнет 9 кгс/см², регулятор давления автоматически выключит мотор-компрессоры.

По манометру питательной магистрали следует проконтролировать правильность положения кранов пневматического оборудования электровоза. Если после отключения мотор-компрессоров давление сжатого воздуха в питательной магистрали будет быстро снижаться, это указывает на открытое положение какого-либо крана, через который воздух выходит в атмосферу. Открытый кран перекрыть.

После того как главные резервуары наполнятся сжатым воздухом и машинист убедится в правильном положении кранов пневматического оборудования электровоза, необходимо проверить исправность цепей включения токоприемников. Для этого кнопкой *Выкл. ГВ 366 (367)* отключить главный выключатель и с помощью переключателей 396 (397) опустить ранее поднятый токоприемник, поднять и опустить другой токоприемник. Затем включить главный выключатель и поднять тот токоприемник, который должен работать. После этого следует проверить также работу мотор-компрессоров путем поочередного включения переключателей «Компрессоры» в положение *P* (т. е. в обход регулятора давления). При этом мотор-компрессоры должны работать вне зависимости от давления воздуха в главных резервуарах (необходимо, однако, следить, чтобы давление сжатого воздуха не превышало 9 кгс/см², поэтому перед проверкой работы мотор-компрессоров следует снизить давление в главных резервуарах, для чего открытием одного из кранов главных резервуаров или влагосборника выпустить воздух в атмосферу). Затем перевести переключатели в положение *A*, при котором мотор-компрессоры должны автоматически включиться, если давление сжатого воздуха снизится до 7,5 кгс/см². В этом положении (*A*) тумблеры 418, 420 (419, 421) должны находиться при работе электровоза.

После цепей мотор-компрессоров проверяют цепи мотор-вентиляторов с помощью переключателя «Вентиляторы» 414 (415). На электровозах ЧС4 при повороте ручки переключателя по часовой стрелке сначала включаются вентиляторы тяговых двигателей, затем вентиляторы полупроводниковых преобразовательных установок и другие (при повороте ручки переключателя против часовой стрелки вентиляторы будут включаться в обратной последовательности). Постановкой переключателя 414 (415) в нулевое положение все вентиляторы выключаются. На электровозах ЧС4^т переключатели «Вентиляторы» имеют всего три положения — «Ручное включение», «Выключение» и нулевое, при котором вентиляторы могут быть либо включены (по цепи самоподпитки через вспомогательное реле), либо выключены. Нулевое положение переключателя 414 (415) электровозов ЧС4^т, таким образом, функционально подобно положению *Дл* соответствующих переключателей на электровозах ЧС4.

О включении вентиляторов на обеих сериях электровозов можно судить по погасанию соответствующих сигнальных ламп на пультах управления.

Закончив проверку работы мотор-вентиляторов, следует перевести их переключатель в положение автоматического включения (на элек-

тровозах ЧС4 это положение Дл, на электровозах ЧС4^т — нулевое положение). Пуск вентиляторов при наборе позиций контроллером машиниста в этом случае будет происходить автоматически: на электровозах ЧС4 на 1-й позиции включаются мотор-вентиляторы преобразовательных установок, на 2-й — мотор-вентиляторы тяговых двигателей; на электровозах ЧС4^т на 1-й позиции включаются все мотор-вентиляторы. При указанных положениях переключателей 414 (415) мотор-вентиляторы не должны выключаться после возвращения контроллера машиниста на нулевую позицию. Тем самым обеспечивается выполнение условия, чтобы охлаждение тягового оборудования осуществлялось на выбеге и остановках электровоза в пути следования.

Далее следует спустить конденсат из главных резервуаров открытием кранов 979/1 и 979/2 и спустить конденсат из влагосборников 1-й ступени при работающих компрессорах, для чего приоткрыть краны влагосборников.

Кроме того, следует проверить работу главного выключателя (он должен отключаться при нажатии кнопки Выкл ГВ, выключении реле 852 блока защит 850 и отсутствии или недостаточном давлении сжатого воздуха в резервуаре ГВ) и переключателя ступеней. Проверку проводят при отключенном ГВ и опущенных токоприемниках. Переключение ступеней должно происходить четко, без застревания между позициями. Нахождение ПС между позициями контролируют расположенной на пульте управления электровозом красной сигнальной лампой «Промежуточное положение переключателя ступеней».

Необходимо проверить работу ПС во всех положениях контроллера машиниста. При возвращении ПС в нулевое положение на пульте управления электровозом должна загораться зеленая сигнальная лампа «Нулевая позиция переключателя ступеней».

Следует проверить также:

включение и выключение контакторов ослабления поля тяговых двигателей;

работу зарядного устройства аккумуляторной батареи. Ток зарядки контролировать по амперметрам 886 (899), напряжение — по вольтметрам 871 (873). При зарядке аккумуляторной батареи электровозов ЧС4 напряжение должно находиться в пределах $56 \text{ В} \pm 2,5\%$, а ток 7—10 А. На электровозах ЧС4^т — соответственно $62 \text{ В} \pm 2\%$ и 40 А. Максимальная величина нагрузки зарядных устройств обоих типов (ASL2 и ASL3) 85 А;

исправность блокировочных устройств контроллера машиниста, прожектора и буферных фонарей обеих кабин электровоза, стеклоочистителей, цепей освещения кабин, машинного помещения, высоковольтной камеры, а также подсветки измерительных приборов на пультах управления электровозом. Интенсивность освещения измерительных приборов на пульте должна плавно регулироваться реостатом 626- (650);

исправность стеклоочистителей;

исправность электроплитки для подогрева пищи, которая включается выключателем 320 [835];

действие песочниц при управлении из обеих кабин электровоза, звуковых сигналов — тифонов и свистков, автоматического и прямодействующего тормозов. Проверку работы тормозного оборудования производят согласно инструкции ЦТ № 2410.

В зимних условиях при температуре окружающего воздуха ниже -10°C во избежание застывания масла в системе охлаждения блока «тяговый трансформатор — переключатель ступеней» перед пуском электровоза следует с помощью АЗВ 294 включить нагреватели масла в ванне переключателя ступеней (на электровозах до ЧС4-062 следует включить также АЗВ 295). Для ускорения нагрева масла можно также подать напряжение на тяговый трансформатор и загрузить обмотку собственных нужд. После нагрева масла до $20-30^{\circ}\text{C}$ необходимо указанные выше АЗВ выключить. Если температура трансформаторного масла ниже -20°C , работа масляных насосов не допускается. Для этого необходимо выключить АЗВ 268.

На электровозе с ЧС4-062 предусмотрен разогрев масла пневматического двигателя ПС. Для включения его отопительных элементов на электровозах ЧС4-062—160 служит АЗВ 299, на электровозах начиная с ЧС4-162 и ЧС4^т питание на отопительные элементы приходит через АЗВ 294.

В условиях низкой температуры окружающего воздуха, чтобы не допустить переохлаждения трансформаторного масла, разрешается открыть шунтирующие краны системы охлаждения тягового трансформатора (при этом уменьшается поток трансформаторного масла через охлаждающие радиаторы).

При низкой температуре окружающего воздуха для облегчения пускового режима компрессора (особенно первого пуска) необходимо с помощью нагревательных элементов, помещенных в картерах компрессоров, разогреть масло. Включение нагревательных элементов осуществляется постановкой переключателей «Компрессоры» в положение *От*. Так как этими переключателями производится и пуск мотор-компрессоров, то, следовательно, нагрев масла возможен только при неработающих компрессорах.

В зависимости от требуемой интенсивности отопления кабины электровоза установить один из трех режимов работы калориферов (на электровозах ЧС4) или один из семи режимов работы кондиционеров (на электровозах ЧС4^т). Для этого на электровозах ЧС4 служат переключатели 286 (316), а на электровозах ЧС4^т переключатели 286 (287). При минусовой температуре окружающего воздуха с помощью переключателей 287 (319) установить один из трех режимов обогрева лобовых окон электровоза (это относится только к электровозам ЧС4, так как электровозы ЧС4^т оборудованы системой кондиционирования воздуха).

Вставить в гнездо специальный ключ включения цепи отопления поезда от электровоза и произвести проверку работы контактора 710. О включении контактора сигнализируют указатели его положения 431 (432).

Периодически следует производить спуск конденсата открытием спускных кранов 979, 980. В случае их замерзания необходимо

с помощью АЗВ 272, 273 включить на 2—3 мин обогреватели спускных кранов. При работе компрессоров нужно следить за действием автоматических клапанов спуска конденсата из первой ступени компрессоров.

При приемке электровоза и постановке на отстой необходимо с помощью крана 980 произвести продувку влагосборников 913/4, 913/5, чтобы избежать их замерзания. Если влагосборники 913/4, 913/5 замерзли, следует открыть спускные краны главных резервуаров. Затем на 10 мин включить компрессоры, чтобы обогреть влагосборники теплым воздухом.

Перед пуском электровоза в эксплуатацию в зимнее время следует убедиться, отвечает ли зимнему сезону соединение электродвигателей вентиляторов. Необходимо помнить, что при последовательном включении электродвигателей вентиляторов силовые предохранители 209 и 212 должны быть сняты во избежание закорачивания электродвигателей вентиляторов тяговых двигателей.

Систему вентиляции необходимо перевести на зимнюю эксплуатацию, для чего:

- закрыть заслонки в воздухозаборных устройствах в ВВК (по обе стороны от тягового трансформатора, вверху);

- открыть заслонки в воздухозаборных устройствах с обоих концов машинного помещения (рядом со шкафом выпрямительных установок, вверху);

- установить в нижнее положение заслонки в полу электровоза для выброса воздуха из выпрямительных установок в машинное помещение;

- установить в нижнее положение подвижные щиты в нижней части кожухов сглаживающих реакторов.

- закрыть откидные заслонки в кожухах сглаживающих реакторов;

- перегородки, расположенные в кожухах сглаживающих реакторов, установить в зимнее положение, для чего повернуть рукоятки перегородок по часовой стрелке до упора (на 39°).

На электровозах ЧС4^г для перевода систем вентиляции на зимний режим работы необходимо выполнить следующие операции:

- открыть до упора (на 12°) откидные заслонки кожухов сглаживающих реакторов (со стороны тягового трансформатора);

- закрыть откидные заслонки кожухов сглаживающих реакторов (со стороны выпрямительных установок);

- закрыть заслонки, находящиеся под крышей в средней части коридора электровоза (со стороны расположения переключателей ступеней).

§ 92. ПОДГОТОВКА ЭЛЕКТРОВОЗА К ПУСКУ

Перед пуском электровоза необходимо убедиться в том, что включены главный выключатель, выбранный токоприемник (обычно задний) и необходимые сигнальные и осветительные лампы, переключатели «Компрессоры» и «Вентиляторы» установлены в положение автома-

тического включения (*А* — переключатели компрессоров, *Дл* — переключатели вентиляторов на электровозах ЧС4 и *О* — переключатели вентиляторов на электровозах ЧС4^т), сигнальные лампы на пульте управления электровозом не горят (за исключением ламп вентиляторов и лампы «Нулевая позиция ПС»); тормозные аппараты включены в соответствии с фотосхемой пневматической системы электровоза.

Проверив по приборам на пульте управления, что напряжение в контактной сети не ниже 19 кВ, давление в питательной магистрали выше 7,5 кгс/см², а в тормозной 5 кгс/см² машинист устанавливает реверсивную рукоятку в положение, соответствующее нужному направлению движения. Затем производится отпуск тормозов электровоза и поворотом штурвала контроллера набираются 2—3-я позиции. На 1-й позиции должны погаснуть сигнальные лампы «Нулевая позиция ПС» и лампы вентиляторов (на электровозах ЧС4^т — всех вентиляторов, на электровозах ЧС4 — за исключением лампы «Вентиляторы тяговых двигателей», которая гаснет на 2-й позиции контроллера машиниста). При сбросе контроллера на нулевую позицию сигнальные лампы вентиляторов не должны загораться. Опробование движения электровоза на низких позициях контроллера машиниста необходимо провести в обоих направлениях. При этом следует проверить работу песочниц, обратив внимание на расход песка, распределение его по форсункам и правильность подсыпки под колеса.

Выполнив описанную подготовку к работе на линии, машинист может вести электровоз для прицепки к поезду.

После прицепки производится полное опробование автотормозов согласно действующей «Инструкции МПС по автотормозам машинисту локомотива». Дальнейшее управление автотормозами производится в соответствии с данной инструкцией. Если вагоны поезда оборудованы системой электрического отопления, то в холодное время года осуществляется соединение высоковольтных отопительных цепей. Перед этим машинист обязан отключить главный выключатель, опустить токоприемник и проверить, находится ли в выключенном положении контактор отопления поезда.

Включение цепи отопления поезда производится машинистом по требованию работника, на которого возложена эксплуатация электрического оборудования вагонов.

При подготовке к пуску электровоза ЧС4^т необходимо убедиться также в исправности цепей реостатного тормоза. Для этого следует при поднятом токоприемнике, включенном главном выключателе, давлении воздуха в питательной магистрали выше 7,5 кгс/см², и тормозной магистрали — 5 кгс/см² установить реверсивную рукоятку в одно из рабочих положений, нажать кнопку проверки тормоза и, приведя в действие кран машиниста, снизить давление в тормозной магистрали несколько более чем на 0,4—0,5 кгс/см². После повышения давления в тормозных цилиндрах до 0,6—0,8 кгс/см² должна собраться схема реостатного тормоза и установиться ток возбуждения тяговых двигателей (1200 А). При этом по манометру задатчика тормозной силы следует убедиться в том, что давление соответствует выбранной ступени торможения. Оно должно быть равно давлению, которое установилось бы

в тормозных цилиндрах при отсутствии реостатного тормоза. Полному служебному торможению соответствует давление в задатчике тормозной силы в 3,8—4 кгс/см².

Одновременно с нарастанием тока возбуждения тяговых двигателей давление в тормозных цилиндрах должно уменьшиться до нуля, благодаря чему исключается одновременное действие реостатного и пневматического тормозов электровоза.

Проверку, аналогичную описанной, следует выполнить при управлении реостатным тормозом с помощью специальной тормозной рукоятки на пульте управления электровозом, при переводе которой из фиксированного положения перекрыши в тормозное также должна собраться схема реостатного тормоза и установиться ток возбуждения (1200 А).

В связи с тем что при переводе указанной рукоятки в тормозное положение напряжение подается на электровоздухораспределитель, давление в задатчике тормозной силы зависит от времени выдержки рукоятки в этом положении (как при управлении электропневматическим тормозом).

§ 93. ПУСК И ВЕДЕНИЕ ЭЛЕКТРОВОЗА

Для трогания и приведения в движение поезда достаточно набрать контроллером машиниста 4—5 позиций. Набор позиций следует осуществлять по одной с таким расчетом, чтобы, с одной стороны, достигнуть максимального ускорения (без пробоксовки колесных пар) и, с другой стороны, чтобы плавнее натянуть сцепные приборы поезда и «выбрать» все имеющиеся в них зазоры.

При трогании с места электровозов ЧС4 следует на 2—3 с задержаться на 1-й и 2-й позициях контроллера машиниста для обеспечения нормального пуска вентиляторов (при более быстром наборе воздушоструйные реле могут не успеть переключить свои контакты, что приведет к отключению главного выключателя). Во время пуска электровоза необходимо следить по амперметрам на пульте управления, чтобы ток тяговых двигателей не превышал 1600—1700 А. Для предупреждения боксования электровоза с помощью переключателя «Песок» или ножной педалью периодически небольшими порциями подается песок под колесные пары. Чтобы при возникновении боксования песок подавался автоматически, переключатель «Песок» устанавливают в положение А, при котором на электропневматические клапаны песочниц воздействуют непосредственно реле боксования. Для исключения подсыпки песка при проезде стрелок рекомендуется на это время переключатель «Песок» выключать.

Разгон электровоза осуществляется перемещением штурвала контроллера машиниста из положения Х в положение +1 с последующим возвратом в положение Х, затем опять в положение +1 и т. д. При каждом перемещении штурвала в положение +1 переключатель ступеней осуществляет переход с одного вывода регулируемой первичной обмотки тягового трансформатора на следующий с большим напряжением. При этом на пульте управления периодически загорается и гаснет сиг-

нальная лампа «Промежуточное положение ПС». Номер позиции, на которой находится переключатель ступеней, определяют по указателю позиций. Имеются 32 позиции, причем все ходовые, т. е. на каждой позиции допускается длительная езда электровоза.

При наборе позиций необходимо следить, чтобы напряжение на тяговых двигателях не превысило 900 В. Интенсивность набора позиций зависит от состояния пути, профиля, веса поезда и определяется машинистом по показаниям амперметров. Длительный ток тяговых двигателей поддерживается в пределах 1100—1140 А.

Если условия движения позволяют быстро увеличивать число позиций переключателя ступеней, то штурвал контроллера следует перевести в положение «+», при котором происходит автоматический набор. Фиксация позиций при этом как и при наборе по одной позиции, производится постановкой штурвала в положение Х. С 26-й позиции возможно осуществлять ослабление поля тяговых двигателей. Для этого штурвал контроллера машиниста нажимают вниз до упора, и вращением его влево производят включение любой из пяти позиций ослабленного поля. Штурвал фиксируют на каждой позиции.

В случае когда при езде в режиме ослабленного поля тяговых двигателей начинается боксование электровоза, рекомендуется вместо подсыпки песка под колесные пары уменьшить степень ослабления поля или перейти на полное поле. Если же и после этого боксование не прекращается, необходимо с помощью контроллера машиниста перейти на более низкие ступени напряжения. Сброс позиций осуществляют перемещением штурвала контроллера между позициями Х и —1 или же постановкой его в положение «—» (автоматический сброс). Фиксацию штурвала осуществляют в положениях Х и «—». Когда переключатель ступеней возвратится в нулевую позицию, на пульте управления электровозом загорается сигнальная лампа «Нулевая позиция ПС».

Проезд нейтральной вставки. При подъезде к нейтральной вставке электровоз должен быть обесточен. Во избежание остановки рекомендуется проходить нейтральную вставку с достаточно высокой скоростью. Перед знаком «Опустить токоприемник» следует постановкой переключателей «Компрессоры» в положение А поднять давление воздуха в главных резервуарах до 9 кгс/см², после чего выключить все вспомогательные машины и отопление. Переключатель ступеней должен находиться на нулевой позиции. После проезда вставки включить вспомогательные машины и отопление, по сигнальным лампам убедиться в нормальной работе оборудования и продолжать дальнейшее следование.

Работа электровоза при снижении напряжения в контактной сети до 12 кВ. В специальных случаях, когда напряжение в контактной сети снизится до 12 кВ, для обеспечения эксплуатации электровозов необходимо выполнить ряд операций.

В частности, на электровозах ЧС4 пересоединить кабель высоковольтного ввода 004 с вывода D32 тягового трансформатора на вывод D19, предусмотренный на электровозах начиная с ЧС4-062. Одновременно следует произвести переключение с трансформатора тока 008

на 010, для чего переставить штепсельный разъем из гнезда Т2 в гнездо Т3.

На электровозах ЧС4^т снять кожух переключателя напряжения и после выемки стопорного штифта повернуть вал переключателя по часовой стрелке в положение 1. После этого вставить стопорный штифт и установить на место кожух переключателя напряжения.

Работы должны выполняться при отключенном ГВ, опущенных токоприемниках и строгом соблюдении правил техники безопасности.

После указанных пересоединений тяговый трансформатор нельзя нагружать на полную мощность. Это обстоятельство следует учитывать при выборе режима работы электровоза. На электровозах ЧС4 токи тяговых двигателей не должны превышать следующих величин при длительной езде на позициях:

1—5	1100 А	14	480 А	25	620 А
6	1000 »	15	440 »	26	580 »
7	900 »	16	400 »	27	550 »
8	820 »	17	370 »	28	530 »
9	750 »	18	350 »	29	500 »
10	690 »	19	320 »	30	480 »
11	630 »	20—22	740 »	31	450 »
12	580 »	23	680 »	32	430 »
13	530 »	24	650 »		

На электровозах ЧС4^т при сниженном до 12 кВ напряжении в контактной сети длительные токи тяговых двигателей не должны превышать:

на позициях 1—19	1100 А,
на позициях 20—32	880 А.

Мощность обмоток собственных нужд и отопления поезда на электровозах обеих серий может быть реализована полностью.

Отметим, что при питании электровозов напряжением 12 кВ должны быть подняты оба токоприемника.

Работа электровоза ЧС4^т в режиме реостатного торможения. Привести в действие реостатный тормоз можно двумя способами: или с помощью крана машиниста или специальной тормозной рукояткой. В первом случае будет происходить комбинированное торможение — реостатное на электровозе и пневматическое (электропневматическое) в составе поезда, во втором случае — только реостатное.

Выбор способа торможения определяется режимом ведения поезда и профилем пути. Наиболее привычным, не требующим от машиниста дополнительных действий при управлении тормозом, является автоматическое включение реостатного тормоза при использовании крана машиниста усл. № 395. Особо эффективен такой способ включения при экстренном и полном служебном торможении поезда, когда используется максимальная мощность реостатного тормоза. В этих режимах торможения обеспечивается получение предельных тормозных сил, которые соответствуют огибающим кривым тормозных характеристик (см. рис. 4). При скорости 160 км/ч усилие реостатного тормоза составляет 14 тс, тогда как при колодочном торможении тормозная

сила электровоза ЧС4^т в скоростном режиме равна 7,5 тс, а в пассажирском — 5,6 тс. Поэтому длина тормозных путей при использовании реостатного тормоза заметно снижается. Например, для поезда весом 850 тс (14 вагонов) эффект от применения реостатного тормоза в случае экстренного торможения со скорости 160 км/ч выражается в сокращении тормозного пути примерно на 150—175 м, а для поезда весом 1000 тс (17 вагонов) при торможении со скорости 120 км/ч тормозной путь уменьшается на 100 м. При торможении одиночно следующего электровоза (как известно, этот режим является основным при оценке эффективности тормозных средств локомотива) тормозной путь со скорости 160 км/ч при использовании реостатного торможения в диапазоне скоростей от 160 до 40 км/ч с последующим замещением его пневматическим составляет 1000 м, а при пневматическом торможении в скоростном режиме тормозной путь составляет примерно 1470 м. Сравнение эффективности торможения со скорости 120 км/ч при использовании пневматического тормоза в пассажирском режиме и реостатного тормоза показывает, что в первом случае тормозной путь составляет 1300 м, во втором около 600 м, т. е. тормозной путь сокращается более чем в два раза.

Большим достоинством системы реостатного тормоза электровоза ЧС4^т как в рассмотренных режимах экстренного и полного служебного торможений, так и при регулировочном торможении, является то обстоятельство, что от машиниста не требуется наблюдения за показаниями электроизмерительных приборов. Изменение величин тормозных токов возбуждения и якорей тяговых двигателей обеспечивается системой автоматического регулирования в соответствии с заданными ограничениями. При полном торможении с максимальной скорости примерно до 110 км/ч система регулирования поддерживает неизменной величину тока якоря 1250 А (ток, предельный по мощности тормозных резисторов). Ток возбуждения при этом изменяется от 440 А при скорости 160 км/ч до 1000 А при скорости 110 км/ч. По мере уменьшения скорости движения ток возбуждения продолжает увеличиваться, а ток якоря снижаться. После достижения током возбуждения величины 1250 А (при скорости примерно 90 км/ч) он остается неизменным на протяжении времени всего последующего снижения скорости движения, а ток якоря продолжает уменьшаться до нулевого значения при остановке поезда.

При нормальной работе системы реостатного тормоза токи якорей тяговых двигателей и их обмоток возбуждения не превосходят указанных выше предельных значений. В случае когда по какой-либо причине (например, аварийный режим) токи превысят допустимые значения, защита отключит реостатный тормоз и произойдет автоматическое замещение его пневматическим тормозом.

Применение реостатного тормоза в режимах регулировочных торможений для снижения скорости движения в местах ее ограничения при управлении от крана машиниста менее эффективно, чем при экстренном или полном служебном торможении. Дело в том, что при таком способе управления мощность реостатного тормоза используется в соответствии с выбранной ступенью торможения. При давлении

в магистрали, заполняемой от электровоздухораспределителя, до $1,5\text{--}2\text{ кгс/см}^2$ (какое обычно бывает при регулировочном торможении) мощность реостатного тормоза электровоза ЧС4^г используется лишь на 30—35%. И хотя в этом случае усилие реостатного тормоза все же выше усилия колодочного тормоза электровоза при данном давлении в тормозных цилиндрах, следует возможности реостатного тормоза использовать полностью.

С этой целью можно увеличить усилие реостатного тормоза, перейдя на управление от специальной тормозной рукоятки. Степень использования реостатного тормоза следует контролировать по манометру давления в задатчике тормозной силы, полная мощность тормоза реализуется при давлении $3,8\text{--}4\text{ кгс/см}^2$. Поэтому, если после произведенной ступени торможения снижение давления в тормозной магистрали, например, на $0,5\text{--}0,6\text{ кгс/см}^2$, в задатчике тормозной силы устанавливается давление $1,5\text{--}2\text{ кгс/см}^2$, то приведением в действие тормозной рукоятки можно повысить давление в задатчике до 4 кгс/см^2 , и тем самым обеспечить полное использование реостатного тормоза, а следовательно, существенное повышение эффективности торможения (примерно, в полтора раза) без увеличения тормозного нажатия колодок вагонов. Необходимо отметить, что давление в датчике автоматически ограничивается величиной 4 кгс/см^2 независимо от задержки рукоятки в тормозном положении дольше определенного времени. Это обстоятельство облегчает машинисту управление режимом торможения.

Выше рассмотрен случай совместного действия реостатного тормоза электровоза и пневматических тормозов состава поезда при управлении тормозами с помощью крана машиниста с последующим повышением усилия реостатного тормоза посредством использования тормозной рукоятки. Вместе с тем необходимо отметить, что при регулировочном торможении эффективным может быть применение только реостатного тормоза (т. е. процесс торможения должен производиться одной тормозной рукояткой). Степень эффективности при этом определяется весом поезда и требуемой величиной снижения скорости движения перед местом ее ограничения. Так, для уменьшения скорости на $20\text{--}40\text{ км/ч}$ при весе поезда до 850 тс применение реостатного тормоза даст такой же эффект, какой происходит при снижении давления в магистрали до $0,5\text{ кгс/см}^2$. Причем, если при использовании реостатного тормоза эффективность торможения недостаточна, машинист может привести в действие также пневматические тормоза вагонов с требуемой ступенью торможения. Такой способ является наиболее целесообразным для регулировочного торможения.

При движении на спусках управление реостатным тормозом следует осуществлять тормозной рукояткой. Тормозные характеристики электровоза ЧС4^г обеспечивают в диапазоне скоростей $160\text{--}80\text{ км/ч}$ движение поезда весом 1000 тс на спусках до 20‰ без применения пневматических тормозов. Для поддержания равновесной скорости на уклоне регулирование тормозной силы необходимо производить изменением давления в задатчике тормозной силы, что вызовет соответствующее изменение токов якоря и возбуждения тяговых двигателей.

При торможении, как известно, возможны случаи срыва сцепления колес с рельсами, т, е. юз.

В этом смысле большим достоинством системы реостатного торможения электровоза ЧС4^т является обеспечиваемая ее схемой принципиальная невозможность останова колеса при юзе. Происходит лишь уменьшение частоты вращения юзующей колесной пары. Вместе с тем, такой режим хотя и не опасен, но является нежелательным в отношении износа колесных пар. В целях предотвращения этого на электровозе ЧС4^т предусмотрена защита от боксования, которая при срыве сцепления осуществляет автоматическую подачу песка, а если приблизительно через 1 с нормальный режим не восстановится, происходит снижение тормозной силы с последующим повышением до прежней величины после прекращения юза.

Локомотивным бригадам при плохих условиях сцепления следует сопровождать применение реостатного торможения периодической подачей песка. Если несмотря на работу песочниц срывы сцепления продолжают, следует перевести установленный на пультах управления электровозом переключатель тормозной силы из нулевого положения в положение I. В этом случае тормозная сила будет ограничена на определенном уровне (см. рис. 4). При необходимости можно снизить тормозную силу на более низкую ступень положения II и I + II. Следует, однако, иметь в виду, что при переводе тормозного переключателя в положения I, II и I + II эффективность торможения уменьшается. Поэтому после выхода на участок с лучшими условиями сцепления следует переставить тормозной переключатель в положение, соответствующее большему уровню тормозной силы.

При аварийных режимах реостатного торможения или в случаях отказа в системе реостатного тормоза происходит автоматическое замещение его пневматическим тормозом с эффективностью, соответствующей давлению в задатчике тормозной силы.

Вместе с тем для повышения надежности процесса торможения в случае отказа схемы замещения предусмотрена возможность приведения в действие крана вспомогательного тормоза, работа которого не зависит от системы реостатного тормоза и который обеспечивает непосредственное наполнение сжатым воздухом тормозных цилиндров.

§ 94. ОСТАНОВКА ЭЛЕКТРОВОЗА

Подъезжая к месту остановки, следует с помощью штурвала контроллера машиниста осуществить сброс позиций переключателя ступеней до нуля и привести в действие тормоза. При использовании реостатного тормоза на электровозах ЧС4^т контроллер возвращается в нулевую позицию автоматически.

После остановки электровоза необходимо проверить нагрев буксовых якорных подшипников, подшипников зубчатой передачи и вспомогательных машин. Температура у всех подшипников должна быть примерно одинаковой и ладонь свободно выдерживать прикосновение к нагретым частям.

В случае возникновения на пути опасной ситуации, когда необходимо экстренно остановить электровоз, локомотивная бригада должна воспользоваться запломбированным аварийным выключателем «Стоп» 385 (386) [319 (320)], расположенным в средней части торцевой панели пульта управления электровозом. После приведения в действие выключателя «Стоп» срабатывают вентили 933/1 и 933/2, выпускающая воздух из трубопроводов автоматического тормоза в атмосферу, т. е. происходит экстренное торможение. Одновременно отключается главный выключатель, опускаются токоприемники, происходит автоматическая подсыпка песка под колеса и включаются звуковые сигналы.

После остановки электровоза необходимо вернуть аварийный выключатель «Стоп» в исходное положение (на схемах оно обозначено X), закрыть вентили 933/1 и 933/2, а по прибытии в депо запломбировать рукоятку аварийного выключателя.

Прекращение работы. После прибытия в депо локомотивная бригада должна полностью осмотреть электровоз. Перед уходом с электровоза необходимо:

- с помощью переключателей «Вентиляторы» и «Компрессоры» выключить вспомогательные машины;

- кнопкой *Выкл.* ГВ отключить главный выключатель и убедиться в этом по указателю положения и сетевому вольтметру;

- выключить переключатели «Пантографы» и визуально проверить, что токоприемники опустились;

- выключить все переключатели на пульте управления электровозом и вынуть ключ управления из замка в пульте;

- выключить отопление (вентиляцию) кабин или систему кондиционирования воздуха;

- снять реверсную рукоятку;

- выключить автоматический защитный выключатель аккумуляторной батареи;

- затормозить электровоз ручным тормозом;

- выпустить воздух из тормозной системы и перекрыть блокировочное устройство тормозов;

- закрыть разобщительный кран воздухораспределителя и выпустить воздух из запасного резервуара;

- перекрыть резервуар токоприемника, зарядив его предварительно до давления напорной магистрали;

- из влагосборников выпустить конденсат;

- отключить и заземлить токоприемники с помощью блока разъединителя с заземлителем;

произвести осмотр электровоза. Все неисправности вписать в «Журнал технического состояния электровоза».

Уходя с электровоза, локомотивная бригада должна закрыть все окна и двери, а ключи от наружных дверей вместе с ключом управления и ключами включения контактора отопления поезда от электровоза и электропневматического тормоза передать дежурному по депо или сменяющей локомотивной бригаде.

§ 95. РАБОТА ЭЛЕКТРОВОЗА ОТ ПОСТОРОННИХ ИСТОЧНИКОВ НАПРЯЖЕНИЯ

Для передвижения электровоза по неэлектрифицированным путям депо используют специальные устройства 045—048 [045—047]. На электровозах ЧС4 эти устройства расположены под кузовом с обеих сторон электровоза, на электровозах ЧС4^т — в машинном помещении. Постоянный ток низкого напряжения подводится гибкими кабелями к выбранной паре контактов устройств — в зависимости от того, каким тяговым двигателем (вторым или пятым) производится передвижение электровоза. Для подключения ко второму тяговому двигателю служат контакты устройств 045—046, пятый тяговый двигатель связан с контактами устройств 047—048 [046—047]. Отметим, что на электровозах ЧС4^т при подключении тяговых цепей к источнику низкого напряжения необходимо снять контактные пластины в описанных специальных устройствах. Реверсивная рукоятка должна находиться в одном из рабочих положений.

Для питания вспомогательных машин от постороннего источника переменного напряжения на электровозах обеих серий имеется специальное устройство 202, которое на электровозах ЧС4 расположено под кузовом, а на электровозах ЧС4^т в машинном помещении. Напряжение на контакты устройства 202 подается установленным в депо контактором *K* (см. рис. 75). Питание на катушку контактора *K* подводится от деповского источника через розетку 383, размещенную на электровозе. В цепь питания включены размыкающие блок-контакты главного выключателя 006 и замыкающие контакты реле безопасности 380. Поэтому контактор *K* можно включить только при условии, если все блокировки безопасности на электровозе замкнуты и главный выключатель находится в выключённом положении. Тем самым обеспечивается безопасность обслуживающего персонала при работе на электровозе. Для подачи напряжения на вспомогательные электродвигатели необходимо переключить ножи панели зажимов 201 в положение *DG*, *EH* и *FI* на электровозах ЧС4 или *AC*, *DF*, *GI* и *LI* на электровозах ЧС4^т, включить автоматический защитный выключатель вспомогательных машин 207 (только на электровозах ЧС4) и установить в рабочее положение соответствующие переключатели вспомогательных машин, расположенные на пультах управления электровозом.

§ 96. АВАРИЙНЫЕ РЕЖИМЫ

В эксплуатации по разным причинам могут возникать неисправности, нарушающие нормальную работу схемы электровоза, его аппаратуры и оборудования. В каждом отдельном случае появления неисправности локомотивная бригада обязана быстро установить причину повреждения и предпринять все для ее устранения на месте. Если силами локомотивной бригады устранить неисправность на перегоне невозможно, следует применить ряд временных мер, чтобы довести поезд до ближайшей станции или до конечной станции тягового плеча.

Все работы по отысканию и устранению неисправностей следует выполнять со строжайшим соблюдением правил техники безопасности. Проверку электрических цепей и ремонт аппаратов и оборудования можно производить только после того, как будет отключен ГВ, опущены токоприемники, перекрыты краны на трубопроводах, идущих к клапанам т. окоприемников, и блок разъединителей с заземлителем переведен в положение «Заземлено».

Характер повреждений и причины их возникновения могут быть самыми разнообразными, поэтому рассматривать все возможные в эксплуатации случаи нецелесообразно.

Ниже описаны основные случаи неисправностей электровоза и даны рекомендации, как поступать локомотивной бригаде в этих случаях.

Повреждение в силовых цепях сопровождается срабатыванием соответствующей защиты и отключением ГВ. При этом на пульте управления электровозом загорается желтая сигнальная лампа «Защита», а в блоке защит 850 выпадает сигнальный флажок, указывающий, какое защитное реле сработало. В случае срабатывания земляной защиты ГВ не отключается, а на пульте управления электровозом загорается желтая сигнальная лампа «Земля в тяговых цепях». Сигнальное реле остается включенным и после отключения ГВ. Восстановление сигнального реле в исходное состояние производится нажатием кнопки на лицевой панели шкафа блока защит 850.

Короткое замыкание в тяговом трансформаторе или переключателе ступеней приводит к срабатыванию защитных реле (одного или нескольких): перегрузки первичных цепей, дифференциального, газового. Как указано выше, во всех этих случаях происходит отключение ГВ.

При замыкании на землю со стороны вторичных обмоток тягового трансформатора, когда величина тока утечки ниже уставки дифференциального реле, срабатывает земляная защита (одно или оба реле).

Увеличение температуры трансформаторного масла выше допустимого значения (90° С) вызывает загорание желтой сигнальной лампы «Перегрев трансформаторного масла» на пульте управления электровозом. В этом случае необходимо снизить нагрузку, сбросив контроллером машиниста несколько позиций, и дождаться погасания сигнальной лампы. Если через несколько минут после этого сигнальная лампа будет продолжать гореть, следует убедиться в исправности цепи сигнализации и в случае ее исправности тщательно проверить трансформатор.

При повреждении трансформатора или переключателя ступеней дальнейшая работа электровоза не допускается.

При коротком замыкании или перегрузке тяговых двигателей включается соответствующее защитное реле перегрузки и отключается ГВ. Локомотивная бригада в этом случае должна выяснить причину перегрузки тяговых двигателей.

Если тяговый двигатель поврежден (перекрытие, круговой огонь по коллектору и т. п.), его необходимо отключить. Для этого, строго соблюдая правила техники безопасности, открывают шкаф, в котором находится соответствующий блок реверсора с переключателями X—O

(Х—Т). Затем вручную переводят рукоятку отключателя поврежденного двигателя в положение ПМ (ручное отключение) и фиксируют это положение рукоятки пружинной кнопкой. После этого следует отключить защиту от боксования (блок 270) соответствующим автоматическим защитным выключателем. Если повреждение тягового двигателя сопровождается заклиниванием якоря, необходимо разъединить муфту карданной передачи.

Произведя отключение неисправного тягового двигателя, локомотивная бригада может снова включить ГВ, поднять токоприемник и продолжить движение. Отключение тягового двигателя приводит к снижению силы тяги электровоза, и это обстоятельство необходимо учитывать при выборе режима работы электровоза. В частности, в этом случае ток каждого из работающих тяговых двигателей не должен превышать 1000 А. Нельзя также включать позиции ослабления поля тяговых двигателей.

При повреждении тяговой выпрямительной установки локомотивная бригада должна поступать в соответствии с характером повреждения. Если произошел пробой одного вентиля в плече выпрямительного моста, то на пульте управления электровозом загорается желтая сигнальная лампа «Пробой одного вентиля в тяговой выпрямительной установке». ГВ при этом не отключается и допускается работа электровоза на всех позициях контроллера машиниста. По прибытии в депо дефектный вентиль следует заменить. Способы отыскания и замены пробитого вентиля описаны в § 41.

Если пробились два последовательно включенных в плече тягового выпрямительного моста вентиля, то ГВ отключается, в блоке защит 850 выпадает сигнальный флажок, а на пульте управления загорается желтая сигнальная лампа «Пробой двух вентилях в тяговой выпрямительной установке». В этом случае поврежденная тяговая установка должна быть отсоединена от схемы электровоза с помощью отключателей выпрямительных установок 035, 036 на шинах переменного тока. Одновременно следует отключить все три тяговых двигателя, связанных с поврежденной выпрямительной установкой.

В связи с тем что неработающую тяговую выпрямительную установку и тяговые двигатели охлаждать не требуется, следует отключить соответствующие вентиляторы. Для этого необходимо снять предохранители в цепи питания электродвигателей указанных вентиляторов (на электровозах ЧС4 эти предохранители находятся в шкафу с контакторами и реле, установленном рядом с первой кабиной машиниста, на электровозах ЧС4^т — в шкафах выпрямительных установок). Следует иметь в виду, что на пульте управления электровозом будут гореть сигнальные лампы, контролирующие работу вентиляторов. Прекратится также принудительное охлаждение вспомогательной выпрямительной установки, расположенной в шкафу отключенной тяговой установки. Однако это не опасно, так как от неохлаждаемого принудительно выпрямительного моста будет питаться лишь один электродвигатель компрессора, а на такой режим работы выпрямительные установки вспомогательных машин рассчитаны.

После отключения тяговой выпрямительной установки допускается работа на всех позициях контроллера машиниста, однако накладываются ограничения по току тяговых двигателей (см. выше).

При коротком замыкании в цепи тяговой выпрямительной установки отключается ГВ на электровозах до ЧС4-160 включительно с помощью выключающего электропневматического вентиля, сигнал на который подается блоком 150, а на электровозах начиная с ЧС4-162 и всех ЧС4^г с помощью блока защит 850 загорается красная сигнальная лампа «Защита» на пульте управления электровозом, а в блоке защит 850 включаются сигнальные реле, позволяющие определить, в цепи какой выпрямительной установки произошло повреждение. Если в результате короткого замыкания оказались пробитыми вентили, то локомотивная бригада должна действовать в соответствии с изложенными выше рекомендациями.

Повреждение выпрямительной установки вспомогательных машин наступает, когда пробиваются оба последовательно включенных в плече моста вентиля (пробой одного вентиля не опасен, так как остающийся целый вентиль рассчитан на полное напряжение обмотки собственных нужд тягового трансформатора). При пробое двух последовательно включенных вентилях сгорает плавная вставка установленного в пробитой ветви быстродействующего предохранителя, а его блок-контакты включают лампу «Повреждение выпрямительной установки вспомогательных машин» на пульте управления электровозом. Определить, какой выпрямительный мост вышел из строя, можно обнаружением сработавшего быстродействующего предохранителя или поочередным снятием силовых предохранителей (например, 203 или 204 на электровозах ЧС4).

Если условия движения позволяют, следует при строгом соблюдении правил техники безопасности произвести замену вышедших из строя вентилях и быстродействующих предохранителей новыми. Когда такой возможности нет, необходимо полностью отключить поврежденную вспомогательную выпрямительную установку путем снятия соответствующего предохранителя: 203 или 204, а также P7—P10 на электровозах ЧС4^г.

В связи с тем что при отключении одной из выпрямительных установок вспомогательных машин половина вентиляторов электровоза не будет работать, необходимо отключить соответствующую тяговую выпрямительную установку и питаемую ею группу из трех тяговых двигателей.

Таким образом, при повреждении одной выпрямительной установки вспомогательных машин допускается езда электровоза на трех двигателях одной тележки с указанными выше для данного случая ограничениями режима работы электровоза.

Повреждения в цепях вспомогательных машин могут происходить как из-за неисправностей самих машин, так и из-за дефектов в цепях управления ими. В частности, причиной не включения или неотключения вспомогательных машин может явиться какая-либо неисправность пуековой аппаратуры (например, механическое заедание контакторов

350

на электровозах ЧС4, отказ в электронных блоках «Reckdуп» на электровозах ЧС4^т) или нечеткая работа защитной аппаратуры.

Токовые перегрузки в цепях вспомогательных электродвигателей, питающихся выпрямленным током (мотор-вентиляторы и мотор-компрессоры), вызывают сгорание плавких вставок предохранителей (203—219 — на электровозах ЧС4 и P7—P10 — на электровозах ЧС4^т) и отключение автоматического защитного выключателя 207 цепей вспомогательных машин.

Возникновение перегрузки в цепях питания электродвигателей насосов системы масляного охлаждения тягового трансформатора приводит к срабатыванию защитных отключателей 266, 267, силовые контакты которых отсоединяют фазы электродвигателей, связанные с питающим проводом 213.

Выключенное состояние вентиляторов и насосов сигнализируют на пультах управления электровозом соответствующие сигнальные лампы.

Если устранить возникшие неисправности не удастся, необходимо отключить поврежденные вспомогательные машины. Электродвигатели вентиляторов отключают снятием соответствующих предохранителей (208, 209, 211, 212 — на электровозах ЧС4 и P7, P9, P10 — на электровозах ЧС4^т) с соблюдением оговоренных выше требований по технике безопасности. При выходе из строя одного из электродвигателей насосов его отключает соответствующий защитный отключатель. Оба электродвигателя насосов отключаются с помощью АЗВ 268.

При перегрузках в цепях вспомогательных машин и аппаратов, питающихся переменным током (калориферы, нагревательные элементы системы кондиционирования воздуха в кабине машиниста и т. п.), неисправная цепь автоматически отключается соответствующими АЗВ. В этих случаях следует убедиться в том, что выключение АЗВ произошло не самопроизвольно, для чего снова включить сработавший АЗВ. Если отключение повторится, необходимо установить причину неисправности, и только после ее устранения включить АЗВ.

При неисправных вспомогательных машинах допустимы следующие режимы работы электровоза:

1) неисправен мотор-компрессор. Выключить соответствующий переключатель на пульте управления электровозом и продолжать работу с одним компрессором;

2) неисправен мотор-вентилятор. Отключить соответствующий вспомогательный электродвигатель (снять соответствующий предохранитель). В связи с тем, что работа тяговых двигателей и выпрямительных установок без принудительного охлаждения не допускается, отключить соответствующую ВУ и группу тяговых двигателей. После этого допускается движение электровоза на трех тяговых двигателях одной тележки с соблюдением установленных для данного режима ограничений.

Исключение составляет работа электровоза при повреждении одного из мотор-вентиляторов в системе охлаждения тягового трансформатора на электровозах ЧС4^т. В этом случае достаточно снять силовой предохранитель P10 в шкафу соответствующей выпрямительной

установки. Электровоз может работать без ограничения мощности, однако при этом необходимо следить по термометру на тяговом трансформаторе за температурой трансформаторного масла. При загорании сигнальной лампы «Перегрев трансформаторного масла» необходимо снизить мощность электровоза, сбросив несколько позиций контроллера машиниста, или в крайнем случае продолжить движение на трех тяговых двигателях (см. выше);

3) неисправен мотор-насос. Допускается работа электровоза с пониженной тяговой нагрузкой при тщательном контроле режима нагрева масла.

Неисправности в низковольтных цепях могут возникать по многим причинам, основными из которых являются нарушение цепи в контактах блокировок вследствие их загрязнения или недостаточного контактного давления, обрыв и перетирание проводов, короткое замыкание или повреждение изоляции, неисправности самих реле и аппаратов, а также понижение питающего напряжения.

Для облегчения отыскания повреждений в низковольтных цепях на электровозах имеются системы обнаружения неисправностей («БОН» — на электровозах ЧС4 и «ПУМ—Шкода» — на электровозах ЧС4т), которые позволяют быстро определить место повреждения во всех ответственных цепях (цепи управления токоприемниками, главным выключателем, электровозом и т. п.).

Цепи управления песочницами, звуковыми сигналами, и цепи освещения не связаны с системами обнаружения неисправностей, и повреждения в этих цепях определяют прозвонкой.

Локомотивная бригада обязана сделать все возможное для быстрого отыскания и устранения неисправности. Если характер неисправности таков, что устранить ее на перегоне нельзя, то в зависимости от степени важности цепи, в которой произошло повреждение, следует принять ряд временных мер. В частности, при возникновении неисправности в цепях управления электровозом, когда управление переключателем ступеней с помощью контроллера машиниста оказывается невозможным, разрешается перейти на аварийное управление электропневматическими вентилями ПС. Для этого при строгом соблюдении правил техники безопасности войти в машинное помещение (ВВК), сорвать пломбу на переключателе аварийного управления ПС 330 и переставить его в одно из рабочих положений (I — при управлении из кабины №1 электровоза, II — при управлении из кабины № 2). После этого набор и сброс позиций ПС осуществляют контроллерами для аварийного управления ПС 331, 332 (в зависимости от того, из какой кабины будет осуществляться управление).

О переходе на аварийное управление ПС следует сделать запись в «Журнале технического состояния электровоза».

При возникновении повреждений в цепях управления реостатным тормозом на электровозах ЧС4т необходимо перекрыть кран 1001/3, связанный с регулятором «Дако» [1009]. При этом реостатный тормоз отключается, и тормозной режим осуществляют пневматическими (электропневматическими) тормозами.

Повреждения аккумуляторной батареи или зарядного устройства. При возникновении короткого замыкания в цепи аккумуляторной батареи или при большом зарядном токе батарею отключает АЗВ 801. Короткое замыкание внутри аккумуляторной батареи чаще всего происходит при повреждении отдельных элементов.

В ряде случаев аккумуляторная батарея не дает напряжения из-за обрыва перемычек между отдельными элементами или потери цепи в проводах, идущих от аккумуляторной батареи в низковольтную схему.

Короткое замыкание или обрыв цепи аккумуляторной батареи можно определить внешним осмотром или прозвонкой.

При выходе из строя аккумуляторная батарея отключается и питание низковольтных цепей электровоза происходит от зарядного устройства. В этом случае необходимо снизить до возможного минимума его нагрузку для уменьшения величины пульсаций.

Если произошло повреждение зарядного устройства, его отключение осуществляется снятием предохранителей (P — на электровозах ЧС4, $Po1—Po4$ — на электровозах ЧС4^т), установленных внутри блоков 271. При этом необходимо переключить переключатель 807 в положение, обеспечивающее подключение к 37 элементам аккумуляторной батареи еще трех дополнительных (на электровозах ЧС4 это положение $A—C$, на электровозах ЧС4^т — $Z1—Y2$). В этом случае необходимо также снизить до возможного минимума нагрузку низковольтных цепей.

Неисправности в измерительных цепях чаще всего возникают при обрыве или перетирании проводов, коротких замыканиях в этих цепях вследствие пробоя изоляции, а также при потере контакта на соединительных зажимах, в добавочных резисторах, в шунтах и в самих измерительных приборах. Во всех этих случаях показания приборов становятся неустойчивыми или совсем отсутствуют.

Принимать меры к обнаружению и устранению неисправностей при движении электровоза не допускается во избежание попадания под высокое напряжение. На стоянке при выключенном главном выключателе и опущенных токоприемниках можно проверить крепление проводов измерительных приборов и их состояние. Если провода целы и контакт в месте их соединения хороший, а прибор не дает показаний при работе электровоза, это указывает на дефект в самом приборе. По прибытии в депо такой прибор необходимо заменить.

ПЕРЕЧЕНЬ

электрических и пневматических аппаратов, приборов
и оборудования электровозов ЧС4 и ЧС4Г

Обозначение по схеме	Наименование	Тип
1	2	3
	<i>Силовые цепи</i>	
001, 002	Токоприемники	2SLS1
001 ₁ , 002 ₁	Пневматические приводы токоприемников	2DBO25
003	Блок разъединителей токоприемников с заземлителем	
003 ₁ , 003 ₂	Блок-контакты разъединителей токоприемников	
004	Проходной изолятор	
006	Главный выключатель (ГВ)	
006 ₁	Блок-контакты ГВ	2DVV25-A2
007	Высоковольтный разрядник	РВЭ-25
008, 009	Трансформаторы тока, встроенные в проходной изолятор	BL-35-04
[015 ₁₇ , 015 ₁₈]	Ограничительные резисторы токовой и дифференциальной защиты	
008 ₁ , 009 ₁	Трансформатор тока, встроенный в проходной изолятор	
[015 ₁₉]	Тяговый трансформатор	LTS 7,85/25
010	Обмотка тягового трансформатора регулирующая	
015	То же первичная и вторичная	
015 ₁	То же отопления поезда от электровоза	
015 ₂	То же собственных нужд	
015 ₃	Переключатель ступеней (ПС)	TPPL
015 ₄	Пневматический двигатель ПС	22NP
015 ₅	Нагревательный элемент пневматического двигателя	TO9/01
015 ₆	Блок-контакты пневматического двигателя ПС	—
015 ₆₁	Электропневматические вентили пневматического двигателя ПС	8VZ +5VC
015 ₇	Переключатель напряжения 25—12 кВ	[VTM2 + VTS2]
015 ₈ , 015 ₉	Блок-контакты ПС	—
[015 ₁₀]	Элементы нагрева трансформаторного масла	—
015 ₁₁	Контактный термометр, контролирующий температуру трансформаторного масла	T02/03
015 ₁₂	Термостаты, контролирующие температуру трансформаторного масла	TC73
015 ₁₃ , [015 ₂₅]	Счетчик числа переключений ПС	—
[015 ₂₆]	Термометр контроля температуры трансформаторного масла	Metra V3
015 ₁₄ *	Устройство фильтрации масла в ПС	2APC71—
015 ₁₄	Газовое реле тягового трансформатора (реле Бухгольца)	2sV, [2APC71—4]
015 ₁₅	Термостат в цепи мотор-насосов	BF 50/10
015 ₁₆	Ограничительный резистор	TC 73
015 ₁₇ [015 ₂₉]	Кремниевый диод	TR640
[015 ₂₃]		KY 725
[015 ₂₄]		

Обозначение по схеме	Наименование	Тип
1	2	3
[015 ₂₇ , 015 ₂₈]	Контакты вентиляторов маслоохладителей тягового трансформатора	1SMAD4
020, 022	Тяговые выпрямительные установки (ВУ)	ЅV10 [DITYRUS-beta]
020 ₁ , 022 ₁	Блокировки безопасности	KS6, FK10
[020 ₂ , 022 ₂]	Блокировочные защелки щитов	3ZB1
[021]	Полупроводниковая преобразовательная установка для возбуждения тяговых двигателей при реостатном торможении	BATYR-beta
[021 ₁]	Блокировки безопасности	KS6, FK10
[021 ₂]	Блокировочная защелка щитов	3ZB1
025—027	Реле перегрузки тяговых двигателей	20CM3
025 ₁ —027 ₁	Блок-контакты реле перегрузки	
[028—030]	Линейные контакторы в цепи реостатного тормоза	2SMAD1
[028 ₁ —030 ₁]	Блок-контакты	
[028 ₂ —030 ₂]	Электропневматические вентили	VTM2
031	Ревверсоры	1JPR1, [PPA1]
031 ₀₁ —031 ₁₂	Ножевые контакты реверсоров	
031 ₂	Пневматический привод реверсоров	
031 ₂₁ —031 ₂₂	Электропневматические вентили реверсоров	8VZ [VTM2]
031 ₃	Блок-контакты реверсоров	
035, 036	Болтовые отключатели тяговых ВУ 020 и 022	
[037]	Контактор в цепи возбуждения тяговых двигателей при реостатном торможении	3SMAD1
PR1,	Блокировки безопасности шкафов с реверсорами и отключателями тяговых двигателей	
PR2, [038]	Блокировочные защелки шкафов с реверсорами и отключателями тяговых двигателей	3ZB3
[039]	Устройства для ввода электровоза в депо от источника постоянного напряжения	
045—048	Выключатель освещения шкафа с контакторами и реле	
[045—047]	Осветительные лампы в шкафу с контакторами и реле	Tesla—20Bt
[048]	Тяговые двигатели	AL4442nP
[049]	Главные полюсы тяговых двигателей	
050—055	Резисторы ослабления голя (ОП) тяговых двигателей	12RSL
050 ₁ —055 ₁	Электродвигатели вентиляторов охлаждения тормозных резисторов	Au 2732/4
057, 058	Контакты ОП тяговых двигателей	3SB3, 3SB4
[059, 060]	Блок-контакты контакторов ОП	8VZ, VTM2
061—063	Электропневматические вентили	20 CM6
061 ₁ —063 ₁	Реле перегрузки реостатного тормоза	
061 ₂ —063 ₂	Магнитные усилители для управления реостатным тормозом	
[065—067]	Переключатели X—O [X—T] и отключатели тяговых двигателей	11PR1, [2PPA2]
[068]	Ножевые контакты	
071		
071 ₀₁ —071 ₀₆		
[071 ₀₁ —071 ₁₇]		

Обозначение по схеме	Наименование	Тип
1	2	3
071 ₂ 071 ₂₁ , 071 ₂₂ 071 ₃ 080, 081	Пневматический привод Электропневматические вентили Блок-контакты переключателей 071 Сглаживающие реакторы (СР) тяговых двигателей	8VZ [VTM2] 1CLVH 7050 [2CLVH 7050] 4PCL 5RBL
086—088 [090—091] [092, 093]	Заземляющие устройства Тормозные резисторы Блоки диодов в цепи электродвигателей охлаждения тормозных резисторов	4 × D200/900-05
105, 107*	Стабилизирующие резисторы (на электровазах ЧС4-002-011)	
111, 112	Датчики боксования колесных пар (магнитные усилители)	DSTL 2—2 [4REL 3981/4-4-04649] UPO-15 XJ 07/10
114, 115* 116/I, 116/II*	Блоки емкостной защиты от перенапряжений Предохранитель в цепи емкостной защиты от перенапряжений	
122, 123 130 [131] 142	Резисторы реле заземления в тяговых цепях Измерительные шунты в цепи тяговых двигателей Резисторы вольтметра	RD2
145, 146 [0, 15 ₂₁ , 015 ₂₂] 150*	Трансформаторы тока защиты цепей вторичных обмоток тягового трансформатора от токовых перегрузок Блок электронной защиты тяговых ВУ — блок 150 (на электровазах до ЧС4-162) Заземленные конденсаторы	1VP4, BN00-40 UIV-5
151—157, [150—158] 159, 160 [008, 009] [160—165]	Помехоподавляющие дроссели Резисторы в цепи питания блока контроля тормозного тока	WK72080 2TL2 TR552
<i>Вспомогательные цепи</i>		
201	Панель с переключателем напряжения вспомогательных цепей	2PP [PPA3]
202	Устройство для питания вспомогательных цепей от постороннего источника переменного напряжения	
203—204	Предохранители вспомогательных цепей	PR600, JF600 [PH3]
205—206 207*	Предохранители вспомогательных цепей Автоматический защитный выключатель вспомогательных цепей	PR200, JF400 AMT602
208, 211*	Предохранители электродвигателей вентиляторов тяговых двигателей	PR200, JF400
209, 212 214—219*	Предохранители электродвигателей вентиляторов ВУ, СР, резисторов ОП и маслоохладителей тягового трансформатора	
210, 213*	Предохранители цепей питания электродвигателей компрессоров	

Обозначение по схеме	Наименование	Тип
1	2	3
220 ₁ , 220 ₂ [220 ₁ —220 ₆]	Выпрямительные установки вспомогательных машин	RV/10a [DITYRUS-beta]
220 ₃ —220 ₄ 221—226*	Блоки емкостной защиты от перенапряжений	UPO—12
227, 228	Контакты вспомогательных машин	4ISM
	Резисторы реле заземления вспомогательных цепей	TR 646
233—238	Сглаживающие реакторы вспомогательных машин	AL-CJV1914/06 [CLVH 2220/10]
239, 244*	Электродвигатели вентиляторов тяговых двигателей	1A 2732/4
240, 245*	Электродвигатели вентиляторов СР, резисторов ОП и маслоохладителей тягового трансформатора	6A2135/4
241, 242 246, 247*	Электродвигатели вентиляторов ВУ	SM4003L
[239, 244]	Электродвигатели вентиляторов тяговых двигателей и ВУ	1A 2732/4
[240, 245]	Электродвигатели вентиляторов СР и резисторов ОП	6A2135/4
[223, 224]	Электродвигатели вентиляторов маслоохладителей тягового трансформатора	SM4003L
243, 248	Электродвигатели компрессоров	11A2135/4
249, 250	Обогреватели спускных кранов главных резервуаров и влагосборников	590690010 [590690050]
251, 252*	Контакты автоматического переключения цепей питания вспомогательного привода	39SM
253, 254 255, 256	Маслоструйные реле	—
264, 265 258, 259*	Выключатели отопления «Обогрев ног»	N452
260, 261	Термостаты в цепи калориферов кабин электровоза	TH41
	Электродвигатели насосов в системе масляного охлаждения тягового трансформатора (МН)	DPCV 132M-4P
260 ₁ , 261 ₁ 262	Конденсаторы в цепи МН	CEAQ1-06/10
	Контактор в цепи МН	V13c-005, [1SMAD2]
263*	Реле времени	TLB-4
266, 267 268*	Автоматические защитные выключатели МН	J1K50
	Автоматический защитный выключатель в цепи контактора 262	IJM3,5
269, 295* 270	Автоматический защитный выключатель	IJMs-2,4
	Шкаф с элементами управления противобоксочной защиты и блока 271 (блок 270)	DSTL2-2
271	Зарядное устройство аккумуляторной батареи (блок 271)	ASL2, [ASL3]
	<i>Автоматические защитные выключатели</i>	
272	Цепи обогрева спускных кранов главных резервуаров и влагосборников	IJM10, [IJM6]
273	Цепи питания блока 270	IJM6

Обозначение по схеме	Наименование	Тип
1	2	3
274, 296*	Цепи розетки переменного тока	IJM6
275, 298*	Цепи электродвигателя вентилятора кабины	IJM1
[274, 296]	Цепи розетки переменного тока и электродвигателя вентилятора кабины	IJM3,5
276, 300*	Цепи контактора калорифера кабины	IJM1
277, 301	Цепи отопления «Обогрев ног»	IJM6
278, 302*	Цепи калорифера кабины	IJM25
279, 303*	Цепи контактора калорифера стеклообогрева кабины	IJM1
280, 304*	Цепи калорифера стеклообогрева кабины	IJM25
281, 307*	Контакты калориферов кабины	VO3c-009
282, 308*	Контакты калориферов стеклообогрева кабины	VO3c-009
283*	Панель управления блоком 271 (на электро-возах с ЧС4-212)	
284, 306*	Защитные резисторы в цепях катушек кон-такторов калориферов стеклообогрева кабин	TR655
285, 309*	Автоматические защитные выключатели ка-лориферов стеклообогрева кабин	IJMs-2,4
286, 316*	Переключатели калориферов кабин	N452
287, 319*	Переключатели калориферов стеклообогрева кабин	N452
288, 310	Розетки переменного тока	5020-50
289, 312	Вентиляторы кабин	VS13
289 ₁ , 312 ₁	Выключатели вентиляторов кабин	—
290, 314*	Калориферы кабин	2APC71-2sV
291, 317*	Калориферы стеклообогрева кабин	2APC71-2sV
290 ₁ , 291 ₁	Конденсаторы	TC682a
314 ₁ , 317 ₁ *		
292, 315*	Термостаты в цепях калориферов кабин	TH167
293, 318*	Термостаты в цепях калориферов стеклообо-грева кабины	TH167
294	Цепи питания элементов для нагрева транс-форматорного масла	IJM25
297	Цепи подогрева воды	IJM6
305	Автоматический защитный выключатель в це-пи устройства фильтрации трансформаторного масла ПС	IJM3,5
305*	Сигнальная лампа «устройство фильтрации»	94005
311	Элементы для нагрева воды	EZ-10T
313 [836]	Электроплитки	
320 [835]	Выключатель электроплитки	5882-21
321 [816]	Автоматический защитный выключатель электроплитки	IJM15
322, 329*	Блокировки безопасности отключателей токо-приемников	UEt10G-22/10
324—327 [216—219]	Элементы для обогрева ног	DP750, [575, 090, 020]
328*	Блокировка безопасности шкафа с контакто-рами и реле	KS6

Обозначение по схеме	Наименование	Тип
1	2	3
	<i>Система кондиционирования воздуха в кабинах электровоза ЧС4^т</i>	
[207, 208]	Регуляторы давления	PJ2
[210, 211]	Автоматические защитные выключатели в цепи мотор-компрессоров кондиционеров	IJM20
[214, 215]	Режимные переключатели	N452
[286, 287]	Переключатели отопления	N452
[221, 222]	Вентильеры	2APC71-2s
[221, 222]	Конденсаторы	—
[225, 226]	Сглаживающие реакторы в цепи мотор-компрессоров	TV400
[229, 230]	Контакты в цепи мотор-компрессоров	ISMAD3
[252, 269]	Автоматические защитные выключатели в цепи питания мотор-вентиляторов кондиционеров	IJM3,5
[258, 259]	Термостаты	TH167
[284, 306]	Защитные резисторы	TR655
[292, 293]	Термостаты	TH167
[300, 303]	Автоматические защитные выключатели контакторов отопления	IJM1
[302, 304]	Трехполюсные автоматические защитные выключатели	J2MR51
[307, 308]	Контакты включения отопительных элементов	V13c—005
	<i>Цепи питания элементов «Reckdyn» на электровозе ЧС4^т</i>	
[209]	Питающий трансформатор	3092
[213]	Предохранитель в цепи питающего трансформатора	XJ03/2
[298, 299]	Автоматические защитные выключатели	IJM6
	<i>Цепи управления тяговыми двигателями</i>	
[316, 317]	Защитные термостаты	—
[318, 323]	Кнопки проверки реостатного тормоза	T6A2/2
[321]	Датчик реостатного тормоза	KY712
[322]	Блокирующий диод	—
[324, 325]	Рукоятка управления реостатным тормозом	RP102
[326]	Вспомогательное реле в системе управления реостатным тормозом	RP47D
[327]	Реле включения реостатного тормоза	TK11
[328]	Реле времени	RLON2
[329]	Реле в цепи питания катушки контакторов включения реостатного тормоза	N452
330	Запломбированный выключатель аварийного управления ПС	N453
331, 332	Переключатели аварийного управления ПС	U50, P50
333—335	Сельсин-датчик и сельсин-приемники указателя позиций ПС	IJM6, [IJM10]
336, 337* [315]	Автоматические защитные выключатели цепи управления тяговыми двигателями	

Обозначение по схеме	Наименование	Тип
1	2	3
338, 339	Сигнальные лампы «Промежуточное положение ПС»	Tesla-5Br
340, 341	Контроллеры машиниста	21KR2
340 ₁ , 341 ₁	Ревверсивные барабаны	
340 ₂₁ , 341 ₂₁	Барабаны контроллеров машиниста для набора и сброса позиций ПС	
340 ₂₂ , 341 ₂₂	Барабаны контроллера для набора позиций ОП тяговых двигателей	
340 ₃ , 341 ₃	Блокировочные защелки контроллеров	
[342, 343]	Блокировочные реле реостатного и пневматического тормозов	RP102
344, 347	Кнопка на маневровых контроллерах для набора и сброса позиций	236A и 22
348	Автоматический защитный выключатель питания цепей управления	[T6A 2/2]
[349]	Разгрузочный вентиль	IJM6
[348]	Сигнальные лампы	VTM8
349, 350	«Нулевая позиция ПС»	
[350]	Датчик скорости	Tesla-5 Br
351	Реле набора	TSV6c
352	Реле сброса	
353	Реле управления	Блок реле
[354]	Конечный выключатель жалюзи реостатного тормоза	RSL32
355	Автоматический защитный выключатель в цепи питания сельсинов	VEt10G
[275]	Стабилизатор напряжения в цепи питания сельсинов	22/3
[278]	Трансформатор для питания сельсинов	ILM2
[276]	Автоматический защитный выключатель в цепи питания стабилизатора 275	BM206
356	Реле времени для контроля чисткости работы ПС	OJN35
357*	Резисторы в цепи электропневматических вентилях 015 ₈ и 015 ₉	IJM3,5
[357]	Вспомогательное реле	CR1N1
358*	Кремниевый диод	
[358]	Электропневматический вентиль	TR640
359	Автоматический защитный выключатель цепи питания вентилях ПС при аварийной езде	R3N3
[360]	Регулятор давления для отключения реостатного тормоза	46NP75
[361]	Электропневматический вентиль экстренного торможения	VTM5
362, 363*	Кнопки отключения электропневматического тормоза	IJM6
[364]	Регулятор давления воздуха	TSV3c
[365]	Блок контроля тормозных токов	236 Au22
[365 ₁]	Реле времени	TSV3c
		ERL,
		RP102U,
		TK11
		TK11

Обозначение по схеме	Наименование	Тип
1	2	3
	<i>Цепи управления главным выключателем и токоприемниками</i>	
366, 367	Кнопки выключения главного выключателя (Вкл. ГВ)	236Hu22
368, 269	Выключатели управления	N452
370	Кремниевый диод	KY725
371	Реле времени, контролирующее пуск вентиляторов	TLa-2s, TLb-4, [TK11]
373, 374	Блокировки безопасности	VEt10G-22/10
375	Реле главного выключателя	R3N3
376	Защитный резистор реле 375	TR650
377	Регулятор давления воздуха в магистрали	TSV-6C
378, 379	Указатели положения ГВ	VS 1
380	Реле безопасности	R4 N3
381, 382	Сигнальные лампы «Реле безопасности»	Tesla-5 Bт
383	Розетка для подключения контактора при питании вспомогательных машин от сети депо	PNG 25
385,	Аварийный выключатель «Стоп»	N 452
386 [319, 320]		
[386, 387]	Блокировочные защелки защитных сеток ВВК со стороны ПС	3ZB1
395	Автоматический защитный выключатель в цепи контактора вспомогательного компрессора	IJM6
[814]	Переключатели «Пантографы»	N 452
396, 397		
402, 403	Электропневматические вентили токоприемников	8VZ, VTM2
398, 399		
	<i>Цепи управления вспомогательными машинами</i>	
405	Автоматический защитный выключатель цепи вспомогательных машин	IJM15
406	Общий контактор цепи управления вспомогательными машинами	VO3c-009
407	Автоматические защитные выключатели: цепи контакторов электродвигателей компрессоров	IJM6
408*	цепи контакторов электродвигателей вентиляторов	IJM10
409	цепи контакторов отопления поезда от электровоза	IJM6
410	цепи обогрева картеров компрессоров	IJM25
411	цепи реле времени 371 (и электродвигателей вентиляторов на электровозе ЧС4 ^т)	IJM3,5 [IJM10]
412, 413	Нагревательные элементы в картерах компрессоров	—
414, 415	Переключатели «Вентиляторы»	N 452
416, 417	Выключатели в цепи контактора отопления поезда от электровоза	VA202.01 [N453]
418—421	Переключатели «Компрессоры»	N 452
422, 423	Кнопки «Водоотвод главных резервуаров» (начиная с ЧС4-212)	236A и 22, [T6A 2/2]

Обозначение по схеме	Наименование	Тип
1	2	3
424, 425 426—429 437—440* [426—427]	Сигнальные лампы «Мотор-насосы» Воздухоструйные реле вентиляторов	Tesla-5Bт —
430 431, 432	Переключатель для управления жалюзи «Зима — лето» Регулятор давления компрессоров	N 452 TSV-6C
433, 434 441, 442* [441, 442]	Указатели положения контакторов отопления поезда от электровоза Переключатели радиостанции Разгрузочные вентили компрессоров	US1 N 452 8VZ, VTM2
443, 444 445 446, 447	Вспомогательные реле контроля смазки компрессоров Блоки емкостной защиты от перенапряжений Водоотводный вентиль главного резервуара	RP102 TR 512, TC 657 VTM2
448—451 [452]	Реле давления смазки компрессоров (начиная с ЧС4-162) Сигнальные лампы «Смазка компрессора» (начиная с ЧС4-162)	— Tesla-5Bт
[453, 454]	Вспомогательное реле в цепи управления электродвигателями вентиляторов Электропневматические вентили привода жалюзи	R3N3 VTM2
<i>Цепи управления песочницами</i>		
455 456, 457	Автоматический защитный выключатель цепи управления песочницами Переключатели песочниц и вспомогательного компрессора	IJM6 N 452
458, 459 460, 461 [462]	Педаль подачи песка Сигнальные лампы «Песок» Автоматический защитный выключатель в цепи блока 270	D6u 2/0 Tesla-5Bт IJM 4,2
463 471 ₁ , 471 ₂ [470, 471]	Реле отключения подачи песка Электромагнитные вентили песочниц	RP 102 9VZ, VTM5
472, 473 475, 476 [435, 436] [474]	Защитные резисторы для вентилей песочниц Сигнальные лампы «Фильтрация масла» Блок регулирования ступеней тормозной силы	TR640, [TR656] Tesla-5Bт 2×RP102U, 2×WN69050, 2KZ709, 18×K Y725, KZ703
[475, 476] [477] [478] [480]	Переключатели блока 474 Разделительный диод Вспомогательное реле Реле времени	N 452 KY 725 RP 102 TK11
483, 484 [384, 385] 485—490 [437—440]	Переключатели для проверки сигнальных ламп Сигнальные лампы «Вентиляторы»	N 452 Tesla-5Bт

Обозначение по схеме	Наименование	Тип
1	2	3
	<i>Цепи управления звуковыми сигналами</i>	
535	Автоматический защитный выключатель	IJM6
536, 537	Кнопки свистков	—
538, 539	Педали тифонов	D6u 2/0
540—543	Электропневматические вентили звуковых сигналов	9VZ, VTMS
544—547	Защитные резисторы катушек электромагнитных вентилей тифонов	TR640, [TR656]
548, 549	Кнопки тифонов	236Au22, [T6A2/2]
550, 551	Кнопки свистков	236Au22, [T6A2/2]
	<i>Система обнаружения неисправностей в низковольтных цепях электровоза ЧС4т «ПУМ-Шкода» (тип KS11)</i>	
[560]	Главный переключатель	VS16
[561]	Переключатель	VS17
[562]	Сигнальная лампа переключателя 561	Tesla-5Bt
[563]	Амперметр	D90c
[564]	Кнопка в цепи амперметра	T6A 2/2
[565]	Автоматический защитный выключатель	IJM10
[566]	Сигнальные лампы зеленые	Tesla-5Bt
[567]	Сигнальные лампы красные	Tesla-5Bt
[568]	Контрольный переключатель	T 68 2/0
	<i>Цепи освещения</i>	
600	Автоматические защитные выключатели.	IJM10
601, 627	цепи розеток постоянного тока	IJM15, [IJM25]
602, 628	цепи прожектора	IJM 3,5
603	цепи буферных фонарей	IJM 15
604	цепи освещения машинного помещения и шкафов с аппаратами	
605, 629	цепи освещения ходовых частей	IJM 6, [IJM10]
	цепи освещения кабины № 1 и приборов на пульте управления	IJM 10
606, 635	Переключатели	
607, 636	цепи освещения машинного помещения	N 452
608, 630	цепи освещения ходовых частей	N 452
609, 632	цепи прожектора	N 452
610, 631	цепи правых буферных фонарей	N 452
611, 633	цепи левых буферных фонарей	N 452
	цепи освещения кабины	N 452
613, 637	Лампы	
[614, 622]	прожектора	500 Вт
615, 639	освещения скоростемера	Tesla-20Bt
616, 640	правого буферного фонаря (белого)	Tesla-20Bt
617, 641	правого буферного фонаря (красного)	Tesla-20Bt
618, 642	левого буферного фонаря (белого)	Tesla-20Bt
619, 643	левого буферного фонаря (красного)	Tesla-20Bt
620, 644	освещения кабин (белые, ярко)	Tesla-40Bt
621, 645	освещения кабин (белые, тускло)	Tesla-20Bt
622, 646*	освещения кабин (зеленые)	Tesla-20Bt
	освещения расписания движения	Tesla-20Bt

Обозначение по схеме	Наименование	Тип
1	2	3
623, 647	освещения пульта помощника машиниста	Tesla-20Bт
624, 648	подсветки электроизмерительных приборов	Tesla-5Bт
625, 649	Добавочные резисторы в цепи лампы 624	PJ40
	648	
626, 650	Реостаты в цепи лампы 624 и 648	PK6
651—653	Розетки постоянного тока	5061-75
	Лампы:	
654	освещения машинного помещения	Tesla-20Bт
655	освещения ходовых частей	Tesla-20Bт
656*	Выключатель освещения шкафа с контакто-	31651-11
	рами	
657	Лампы освещения шкафа с контакторами и	Tesla-40Bт
	реле	
658, 660*	Выключатели ламп 622, 646	
659, 661	Выключатели ламп 623, 647	
662, 663	Резисторы в цепи прожекторов	PJ40
665, 666	Добавочные резисторы в цепи прожекторов	PJ40
[667, 668]	Лампы освещения прохода в машинном по-	Tesla-20Bт
	мещении	
[674, 675]	Выключатели освещения шкафа с приборами	31661-11
	<i>Цепи отопления поезда от электровоза</i>	
701 [015 ₂₀]	Трансформатор тока в цепях отопления	1VTZ
710	Контактор цепи отопления	7SP1
710 ₁	Электропневматический вентиль контактора	8VZ, VTМ2
710 ₂	Защитный резистор катушки электропневма-	TR640, [TR656]
	тического вентиля	
720	Штепсель устройства для подсоединения це-	Iz
	пей отопления	
721	Гнездо устройства для подсоединения цепей	VSET-8
	отопления	
722	Блок емкостной защиты от перенапряжений	TR553, WK71021
750, 751	Сигнальные лампы «Перегрев трансформатор-	Tesla-5Bт
	ного масла»	
757, 758*	Термостаты в машинном помещении	TH220
759, 760*	Сигнальные лампы «Вентиляция машинного	Tesla-5Bт
	помещения»	
770	Дроссели фильтра автостопа	TV250
771	Конденсатор фильтра автостопа	T 534a
[775]	Переключатель автостопа	N 452
780	Главный выключатель АЛСН	N 452
781, 782	Кнопки проверки АЛСН	236Au22, [TA6 2/2]
783, 784	Управляющие кнопки АЛСН	236Au22, [TA6 2/2]
785, 786	Переключатели АЛСН в кабинах машиниста	N 452
787, 788	Выключатели АЛСН в кабинах машиниста	N 452
790	Вспомогательное реле АЛСН	RP47D
791	Дроссель фильтра питания радиостанции	TV250
792	Конденсатор фильтра питания радиостанции	TC 534a
	<i>Цепи аккумуляторной батареи, защиты,</i>	
	<i>сигнализации и измерительных приборов</i>	
	Автоматические защитные выключатели:	
800*	цепи термостатов 757, 758	IJM2
801	цепи аккумуляторной батареи	J2MR50, [J2MR51]

Обозначение по схеме	Наименование	Тип
1	2	3
802	Аккумуляторная батарея	NKT160
804, 805	Сигнальные лампы «Вспомогательный мотор-компрессор»	Tesla-5Br
806	Резистор в цепи аккумуляторной батареи	RP60-P1
807	Ручной переключатель в цепи аккумуляторной батареи	V100RS
808	Регулятор давления вспомогательного компрессора	STV6C
809	Защитный резистор катушки контактора	TR640, [TR656]
810	Контактор вспомогательного мотор-компрессора	V13c-005
811	Автоматический выключатель вспомогательного мотор-компрессора	J2MR50
812	Электродвигатель вспомогательного компрессора	X-02
813	Автоматические защитные выключатели: цепи ГВ и блока защит 850	IJM6
817, 818	цепи питания цепей низкого напряжения в ВУ	IJM15
815 [831]	Штепсель для подключения цепей освещения к деповской сети	PC60
819	Фильтр электропневматического тормоза	10TC534a, 2TV400
820*	Контрольные лампы блока отыскания неисправностей «БОН»	—
821*	Розетка в цепи «БОН»	—
822	Автоматические защитные выключатели: цепи холодильника	IJM3,5
823	цепи поездной радиосвязи	IJM10
824	цепи электропневматического тормоза	IJM10
825	Общий переключатель электропневматического тормоза	N 452
826	Автоматический защитный выключатель цепи электропневматического тормоза	J1K 82B
827	Холодильник	Elektrosvit
828	Переключатели электропневматического тормоза	N 452
829	Вольтметр в цепи электропневматического тормоза	D90c
830	Автоматический защитный выключатель цепи проверки сигнальных ламп	IJM6
831, 833*	Штепсель для подключения низковольтных цепей к деповской сети	VG60, VG25
832, 834*	Гнездо для подключения аккумуляторной батареи к деповской сети	ZG60, ZG25
840	Блок земляной защиты вспомогательных цепей (группа реле 840)	A246 [A1065]
841A	Реле заземления	ERL
841B	Сигнальное реле	RP40L
841D	Вспомогательное реле	RP40LVN
845, 846	Амперметры тяговых и тормозных токов	D90c
[847, 848]	Амперметры тяговых токов и токов возбуждения при реостатном торможении	D90c
850	Блок защит 850	AGL11

Обозначение по схеме	Наименование	Тип
1	2	3
025B1— 027B1 и 025B2 027B2 028B1, 029B1	Сигнальные реле соответствующих реле перегрузки тяговых двигателей в режиме тяги	[RP100L, RP102L]
[028B2, 029B2, 030B1, 030B2]	Реле контроля напряжения питания блока 850 (сигнальное) Сигнальные реле	RP100L, [RP102L] RP102L
145A, 146A 145B, 146B	Реле перегрузки вторичных цепей	ERL
008A	Сигнальные реле	RP100L, [RP102L]
008B	Реле перегрузки первичных цепей	ERL
009A	Сигнальное реле	RP100L, [RP102L]
009B	Дифференциальное реле	ERL
701A	Сигнальное реле	RP100L, [RP102L]
701B	Реле перегрузки цепей отопления поезда от электровоза	ERL
851A	Сигнальное реле	RP100L, [RP102L]
851B 851C, 851D	Реле минимального напряжения в силовых цепях	ERL
852	Сигнальное реле	RP100L, [RP102L]
853A*	Вспомогательные реле	RP100L, [RP102L]
853C, 853D*	Промежуточное реле в цепи ГВ	RP40LTL, [RP102L]
860A, 861A	Реле минимального напряжения во вспомогательных цепях	RP40L
860B, 861B,	Вспомогательные реле	ERL
860D, 861D	Реле контроля земли во вторичных цепях	RP40L
862	Сигнальное реле	RP40LVN
	Сигнальное реле защиты тяговой ВУ при пробое двух и более вентилях в плече моста	RP100L, [RP102L]
<i>Сигнальные лампы</i>		
864, 865	«Пробой одного вентиля в тяговой выпрямительной установке»	Tesla-5Bт
868, 869	«Повреждение выпрямительной установки вспомогательных машин»	Tesla-5Bт
870, 872	Амперметры аккумуляторной батареи	D90c
870 ₁ *	Шунт для амперметров 870 и 872	—
871, 873	Вольтметры аккумуляторной батареи	D90c
874, 875	Сигнальные лампы «Пробой двух вентилях в тяговой выпрямительной установке»	Tesla-5Bт
876, 877	Сигнальные лампы «Земля во вспомогательных цепях»	Tesla-5Bт
880, 881	Вольтметры напряжения в контактной сети	E90c
880 ₁ , 881 ₁	Регулировочные резисторы в цепи вольтметров 880 и 881	WN 69185
882	Счетчик электрической энергии	FJ8
883, 884	Сигнальные лампы «Газовое реле»	Tesla-5Bт
886, 899	Амперметры зарядного устройства	D90c
888, 897	Сигнальные лампы «Земля в тяговых цепях»	Tesla-5Bт

Обозначение по схеме	Наименование	Тип
1	2	3
889, 896	Сигнальные лампы «Защита» (блок защит 850)	Tesla-5Bт
890, 895	Вольтметры напряжения на тяговых двигателях	D90с
892, 894* [892, 894] 900	Амперметры тока тяговых двигателей Сигнальные лампы «Повреждение» Компрессор	D90с Tesla-5Bт $2 \times 155 \times 125$ $\frac{100}{[K2-lok-2]}$
901	Холодильник	
902	Главный резервуар	250 л
903	Резервуар цепей управления	120 »
904	Вспомогательный резервуар	120 »
905	Запасной резервуар	57 »
906	Резервуар токоприемников	57 »
907, 908, 915	Управляющие резервуары	8,2 л; 2,5 л [10 л; 2,5 л]
909	Уравнительный резервуар	20 л
910	Дополнительный резервуар	0,5 »
911	Тормозной цилиндр	10"
912	Влагосборник	
913*	Влагосборник	
914	Пылеловка	
916	Фильтры пневматических цепей: привода ПС	$\frac{3}{4}"$
917	токоприемников	$\frac{3}{4}"$
918	компрессоров	$\frac{1}{2}"$
919	резервуара цепей управления	$\frac{1}{2}"$
920	Золотниковый питающий клапан	Усл. № 350
921	Кронштейн трубопровода	
922—924	Редукционные клапаны	
925	Кран машиниста	Усл. № 395
926	Кран вспомогательного тормоза	Усл. № 254
927	Выпускной клапан	Усл. № 31
928	Форсунка песочницы	
929	Клапан песочницы	
930	Электровоздухораспределитель	Усл. № 305
931	Воздухораспределитель	Усл. № 292.001
932	Реле давления	Усл. № 304.002
933	Вентили аварийного режима «Стоп»	
934	Клапан блокировки реостатного тормоза	
935	Скоростной клапан «Дако»	
936	Кронштейн скоростного клапана «Дако»	
937	Центробежный регулятор «Дако»	
938, 939	Переключательный клапан	$\frac{3}{4}"$
	Обратные клапаны:	
940	компрессора	$\frac{1}{2}"$
941	транспортировки электровоза в холодном состоянии	$\frac{3}{4}"$
942	резервуара цепей управления	$\frac{3}{4}"$
943	вспомогательного компрессора	$\frac{3}{4}"$
944	главного выключателя	$\frac{3}{4}"$
945	Дроссель	Ø 3 мм

Обозначение по схеме	Наименование	Тип
1	2	3
946	Вспомогательный компрессор	36 а
947	Тифон	
948	Свисток	
949	Стеклоочиститель	
950	Предохранительные клапаны:	
951	компрессора	10 кгс/см ²
952	главных резервуаров	9,5 »
953	резервуаров токоприемников	9,5 »
954	резервуара цепей управления	5 »
955	Манометр главного резервуара	Ø100,0—16 кгс/см ²
956	Манометр уравнительного резервуара	Ø100,0—10 »
957	Манометр тормозной магистрали	Ø100,0—10 »
958	Манометр тормозных цилиндров	Ø100,0—10 »
959	Манометр главного выключателя	Ø100,0—16 »
960	Манометр цепей управления	Ø100,0—10 »
961	Соединительный рукав	Усл. № 369А
962 [969]	Подвеска соединительного рукава	
[963]	Резиновый шланг	
964, 965, 976	Резиновый рукав	1 1/2"
966	Соединительный рукав	
967	Резиновый шланг центробежного регулятора	
968—970*	Соединительная головка	1 1/4, 3/4, 1 1/2"
[970]	Соединительные рукава	Ø100,0—10 кгс/см ²
971	Манометр задатчика	Усл. № 190
972	Концевой кран	Усл. № 114
973	Комбинированный кран	3 3/8"
974, 975, 977	Фильтр	1 1/2, 1 1/4, 1"
978	Разобщительные краны	Усл. № 377
979 [1014]	Кран двойной тяги	
980	Спускные краны	
981—987	Кран продувки	Усл. № 379
988—998	Разобщительные краны	Усл. № 383
999	Разобщительные краны	Усл. № 4360
1000—1005,	Спускной кран	Усл. № 4200
[1019, 1020]	Разобщительные краны	
1006	Блокировочное устройство тормозов	Усл. № 367
1007*	Разобщительный кран	Усл. № 4200
1008	Фильтр	Усл. № 360
1009	Центробежный регулятор «Дако»	
1010 [1017]	Разобщительный кран	3 3/8"
1011	Влагосборник центробежного регулятора «Дако»	
1012	Добавочный клапан «Дако»	
1013	Кронштейн добавочного клапана «Дако»	
1014 [968]	Влагосборник	
1015	Редуктор	
1016	Влагосборный резервуар	1 л
[1021]	Предохранительный клапан компрессора	3 кгс/см ²
[1022]	Всасывающий масляный фильтр компрессора	
[1023]	Резервуар	
[1024]	Дроссель	

[] — только на электровозах ЧС^Т.— только на электровозах ЧС⁴.

ПЕРЕЧЕНЬ ПЛОМБИРУЕМЫХ АППАРАТОВ

Наименование	Обозначение по схеме	Тип
Радиостанция	—	ЖРЗ—М
Скоростемер	—	СЛ—2м
Блок 150	150	UIV-5
Регуляторы давления в системе кондиционирования воздуха в кабинах машиниста	[207, 208]	PJ2
Переключатель аварийного управления ПС	330	N 452
Промежуточные реле	351—353	RSL—32
Реле времени	356, 371, [328], [365 ₁]	ČR1N1, TLа-2S TLb-4, [TK11]
Аварийный выключатель «Стоп»	385, 386, [319, 320]	N 452
Регулятор давления главных компрессоров	430	TSV-6-C
Счетчик электроэнергии	882	EJE8
Предохранительные клапаны компрессоров	950, [1021]	—
Выключатели автостопа в кабинах машиниста	787, 788	N 452
Дешифратор с усилителем	—	АЛСНВ-ЭП
Электропневматический клапан автостопа	—	ЭПК-150
Рейка зажимов локомотивной сигнализации	—	—

ТАБЛИЦА РЕЗИСТОРОВ

Обозначение	Тип	Номинальное сопротивле- ние, Ом	Номинальная мощность, Вт
1	2	3	4
008, 009, 015 ₁₉ 015 ₂₃ , 015 ₂₄ , 028—030, 031 ₂₁ , 031 ₂₂ , 037 ₁ , 039 ₁ , 061 ₂ —063 ₂ , 071 ₂₁ , 077 ₂₂ , 340, 341, 386, 387, 472, 473, 544—547, 710 ₃ , 809 ВУ 020, 022, 220: R1—R32 R33—R260	IVGIS TR640	0,36 390	9 15
R1 (220 _{3,4}) ВУ [020, 022, 220] Силовая часть: R1—R16 R17—R48 R49—R53 R R54—R59 R66—R77 R78—R87	TR656 ERU TR510 TR203	6800 0,1 5,6 150 000	15 — 6 6
Панель, Reckdyn—S—UCL17: R1, R2 R3 R4 R5, R6 R7 R8 R9 R12 R13 R14 R15, R26 R16, R20 R17 R18 R21 R22, R23 R24 R25 ВУ [021] Силовая часть: R1—R10 R11—R14	TR512 TR552 TR645 ERU-T TR553 TR512 TR553 TR636 TR636 TR636 TR152 TR636 TR152 TR152 TR152 TR152 TR152 TR152 TR152 TR152 TR152 TR636 TR152 TR636 TR152 TR152 TR553 TR512	10 6800 33 0,10 33 15 10 220 68 27 100 2 200 82 000 100 000 22 000 18 000 5 600 4 700 91 000 33 000 270 15 000 22 000 12 000 10 000 10 10	15 15 25 15 15 25 2 2 2 0,5 2 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 2 0,5 0,5 0,5 25 15
Панель Reckdyn-4 Y7S: R1, R2 R3, R4 R5, R6 R7, R8 R9, R10 R11, R12 R13, R14 R15, R16	TR510 TR152 TR152 TR152 TR152 TR152 TR152 TR152 TR152	180 240 000 560 390 12 000 10 000 1 100 15 000	6 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5 0,5

Обозначение	Тип	Номинальное сопротивле- ние, Ом	Номинальная мощность, Вт
1	2	3	4
R17, R18	TR152	1 500	0,5
R19	TR636	560	2
Панель Reckdyn-4—Y24;			
{ R1, R2	TR636	220	2
R3	TR636	15	2
R4	TR636	6,8	2
R5, R6	TR152	100	0,5
«А» { R10	TR152	100 000	0,5
R11	TR152	2 200	0,5
R16, R20	TR152	560 000	0,5
R17	TR152	470 000	0,5
R22	TR510	100	6
R25, R26	TR635	22	1
R27	TR152	39	0,5
R1	TR152	8 200	0,5
«В» { R2, R3, R9, R10	TR152	10 000	0,5
R5, R6, R27	TR152	470	0,5
R7, R14—R17, R28	TR152	4 700	0,5
R8	TR152	3 300	0,5
Панель Reckdyn-4—Y8:			
R1, R2	TR512	120	15
R3, R4	TR153	1—22 000	1
Панель Reckdyn-4—NZR1:			
R1, R2	TR636	1 800	2
R3, R4	TR510	150	6
057, 058:	12RSL		
AD	+	0,1614	—
AC	+	0,0222	—
AB	+	0,01183	—
AE	+	0,0763	—
[090, 091]	SRBL		
114, 115	—	2,4	—
R1, R3		(со средним выводом)	
122, 123		2×1000	На 0,55А
142	—	1 650 000	0,42
Блок 150*:			
R1—R3	WN69185	47	2
R4	TR635	100	1
R5, R6	TR510	1 200	6
R7	TR510	150	6
R8	TR635	1 500	1
R9	WK65053	20 000	0,25
R10, R11	TR657	33	25
[160—165]	TR552	12 000	—
221—226, 251*, 252*	TR557	3 900	—
227, 228 [229, 230]	TR658	68	50
262, 264, 265, 281, 282, 307, 308, 406,	TR646	560	—
803, 810	TR657	160	25

Обозначение	Тип	Номинальное сопротивле- ние, Ом	Номинальная мощность, Вт
1	2	3	4
Блок 270*:			
R101, R102	TR651	47	25
R103, R105	TR651	100	25
R106	TR651	220	25
R107	TR651	150	25
R108	TR649	68	10
R109, R110	TR649	470	10
R111	—	380	—
R112	—	1 830	—
R113	TR651	47	25
R114	TR650	390	15
R115	—	17	—
R201, R202	TR651	47	—
R203	TR628	8 200	25
R204, R205	TR651	330	25
R206—R208	TR651	220	25
R209	TR649	220	10
R210	TR649	120	10
R211	TR649	390	10
R212	—	370	—
R213, R214	WN69185	15 000	2
R215, R216, R221	TR106	1 000— 220 000	0,25
R217	TR650	68	15
R218, R219	TR650	53	15
R220	TR650	130	15
Блок [270]:			
Панели Č, R, Z:			
R1	TR553	15	25
R2, R14	TR635	560	1
R2, R12, R16	TR106	1 500	0,25
R4	TR106	2 000	0,25
R5, R7	TR558	150	25
R6, R8	TR558	68	25
R9, R19	TR106	27	0,25
R10, R18	TR106	68	0,25
R11	TR106	270	0,25
R13, R15	TR106	1 300	0,25
R17	TR106	2 700	0,25
R22	TR106	1 000	0,25
Панель V:			
R1, R5	TR106	5 100	0,25
R6	TR106	390	0,25
R7	TR106	2 200	0,25
R8	TR106	82	0,25
R9	TR106	100	0,25
Панель N:			
R1, R2	TR458	220	25
R3, R4	TR458	180	25
R5, R12	TR106	2 200	0,25

Обозначение	Тип	Номинальное сопротивле- ние, Ом	Номинальная мощность, Вт
1	2	3	4
R6, R11	TR635	120	1
R7, R10	TR106	22 000	0,25
R8, R9	TR106	1 000	0,25
Блок [271]:			
Панель N:			
R1, R2	TR558	220	25
R3, R4	TR558	180	25
R5, R12	TR106	2 200	0,25
R6, R11	TR635	120	1
R7, R10	TR106	22 000	0,25
R8, R9	TR106	1 000	0,25
Панель NP:			
R201	TR558	180	28
R202	TR106	100	0,25
R203	TR106	1 000	0,25
R204	TR510	1 800	6
R205	TR106	10 000	0,25
Панель R:			
R301	TR558	470	25
R302	TR636	2 200	2
R303	TR558	1 200	25
R304, R305	TR558	220	25
R306, R307	TR106	220	0,25
Панель Z:			
R401, R402	TR106	2 200	0,25
R403, R404	TR106	5 600	0,25
R405	TR635	680	1
R406	TR106	3 300	0,25
R407	TR106	20 000	0,25
R408, 409	TR106	100	0,25
Панель GI:			
R501, R502	TR636	1 000	2
R503—R506	TR106	2 200	0,25
R507, R508	TR106	5 100	0,25
R509	TR106	20 000	0,25
R510—R513	TR106	4 700	0,25
R514	TR106	1 000	0,25
R515, R516	TR106	10 000	0,25
R521, R522, R533, R534	TR151	5 100	0,25
R523, R524	TR151	120	0,25
R525—R528	TR151	22 000	0,25
R529—R532	TR151	1 800	0,25
Службовый мост SM:			
R701, R703	TR553	680	25
R702	TR553	47	25
284, 306	TR655	5,1	10
351, 353	—	380±3%	—
356	TR626	560	8
357	TR640	390	15
376	TR650	1 000	15
443, 444	TR512	12	15

Продолжение

Обозначение	Тип	Номинальное сопротивле- ние, Ом	Номинальная мощность, Вт
1	2	3	4
625, 649	PJ40, P5	6,7	На 4 А
626, 650	PK6	34	» 2,3 А
662, 663	PJ40	0,54	» 16 А
665, 666	PJ40, P2	2	» 10 »
722:			
R1, R2	TR553	39	25
806	PR60, P1	14	—
Блок защит 850:			
R	TR639	82	10
R1—R22	TR639	1 500	10
R23, R24	TR655	330	10
R25	TR656	6 800	15
R26	TR656	5 100	15
R27	TR656	4 700	15
R28, R29	DWNV10	2 700	10
880 ₁ , 881 ₁	WN69185	2 200	2

ТАБЛИЦА КОНДЕНСАТОРОВ

ПРИЛОЖЕНИЕ 4

Обозначение	Тип	Номинальная емкость, мкФ	Номинальное напряжение, В
1	2	3	4
114, 115: C1—C48, ВУ 020, 022, 220 ₁ , 220 ₂ (C1—C16), 220 ₃ , 220 ₄ (C1—C12) ВУ 220 ₁ 220 ₂ : C17—C48 ВУ 020, 022, 220	WK71021	8	1 000
Силовая часть: C1—C44, C69—C74 C45—C68 C81—C83	WK71020	2	1 000
Панель Reckdyn-5—UCL17: C1, C2, C5	WK71021	8	1 000
C3	WK71020	2	1 000
C4	TC 171	0,47	160
C6	TC 191	0,1	160
C8—C11	TC 531	100	35
C12	WK71054	4	160
C13	TC 191	0,047	160
ВУ [21]	WK71052	1	160
Панель Reckdyn-S—Y7S: C3, C4	TC 975	5	50
C5	TC 952	50	10
C1, C2	TC 486	1	1 000
C6, C7	TC 953	20	25
Панель Reckdyn-5—Y 24: C1, C2, C5	TC 952	50	10
«А» { C3	TC 191	0,1	160
C4	TC 531	100	35
C6	WK71054	4	160
C7, C8, C9	TC 191	0,068	160
C10	WK71052	1	160
«В» { C1, C3	TC 193	0,047	400
C2	WK71052	1	160
Панель Reckdyn-5—Y8: C1	WK71054	4	160
Панель Reckdyn-S—NZR1: C1, C2, C3	TC 532	100	100
Блок 150*: C1	TC 481	4	400
151—157 [150—158]	WK72080	0,1	1100
260 ₁ , 261 ₁	CEAQ 1	145 [88]	380 [600]
Блок 270*: C101	TC 653	2×8	160
C102	TC 459	0,1	250
C103—C108, C203, C204	TC 653	64	160
C109	TC 453	0,5	160
C110	TC 453	2	160
C111—C112	TC 481	4	400
C115—C116	TC 473	4	160
G201	TC 653	2×32	160

Обозначение	Тип	Номинальная емкость, мкФ	Номинальное напряжение, В
1	2	3	4
C202	TC 459	0,1	250
C205	TC 653	32	160
Блок [270]:			
Панель С, Z:			
C1	TE 145	20	—
C2	TC 276	0,033	400
Фильтр:			
C1, C3	TC 191	0,082	160
C2, C4	TC 191	0,47	160
C9, C10	TC 191	0,047	160
C5÷C8	TC 455	1	160
Панель V:			
C1, C2	TC 276	0,015	400
Панель N:			
C1	TC 653	64	160
C2, C3	TC 276	0,1	400
Блок [271]:			
Панель NP:			
C201	TC 455	2	160
C202	TC 653	16	160
C203	TC 653	64	160
Панель Z:			
C401	TC 455	4	160
C402, C403	TC 276	0,015	400
C404	TG 455	1	160
Панель GI:			
C501, C502	TC 451	1	160
C503	TC 561	2×16	160
C504, C505	TC 451	20×0,5	160
C506	TC 651	2×8	160
Панель YKO14:			
C521, C522	TG 276	0,0068	400
Фильтр:			
C1, C3	TC 191	0,082	160
C2, C4	TC 191	0,47	160
C9, C10	TC 191	0,047	160
C5÷C8	TC 455	1	160
Панель N:			
C1	TC 653	64	160
C2, C3	TC 276	0,1	400
356	TC 532	200 [100]	100 [160]
	[TC 533]		
443—444	TC 657	32	250
722:			
C1—C32	WK71021	8	1 000
771, 792, 819	TG 534a	2×50	250
Группа реле 840 (C1), блок защит 850 (C1, C2)	TC 667	2	1 000
Блок защит 850 (C3, C4)	TC 651	16	160

ТАБЛИЦА КАТУШЕК АППАРАТОВ

Обозначения	Тип	Число витков	Диаметр провода, мм	Номинальное сопротивление, Ом
015 ₈ , 015 ₉ , [028 ₂ —030 ₃], 031 ₂₁ , 031 ₂₂ , [037], 061 ₂ —063 ₂ , 071 ₂₁ , 071 ₂₂ [361], 398, 399, 441* 442*, [453—454], 445, 710 ₁	8VZ [VTM2]	6 900	0,3	180
[015 ₂₇ , 015 ₂₈]	SMAD4	7 250	0,45	132
ВУ 020, 022, 220 ₁ , 220 ₂ (В1—В16)	HC10409	16 600 катушка № 1), 300 (катушка № 2)	0,08 0,8	—
ВУ 220 ₁ , 220 ₂ (В17—В18)	RN101	11 000	0,1	—
ВУ [020, 022]		16 600 (катушка № 1), 300 (катушка № 2)	0,08 0,8	—
В1—В16	HC 10409	—	—	—
В17, В18	101	11 000	0,1	—
В19, В21	RP 102/R9	—	—	—
В22, В26	RP 102	11 000	0,1	1 200
ВУ [021] (В1, В2)	RP 102	11 000	0,1	1 200
ВУ [020 ₂ —022 ₂], [039], [386, 387]	3ZB1, 3ZB3	6 900	0,3	180
221*—226*, 251*, 252*	41SM, 39SM	880	0,67	105
[229, 230]	SMAD3	7 250	0,45	132
262, 281*, 282*, 307*, 406, 810	VO3c-009	2 000	0,25	—
263*, 371	TLa-2s, TLB-4[TK11]	5 500	0,53	—
Блок 271* (s101)	V13c	700	0,5	8
[326], [342, 343], [365], [441, 442], 463, [474], [478]	RP102	11 000	0,1	1 200
[327], 790	RP47D	12 000	0,15	835
[329]	—	15 000	0,15	1 600
340 ₃ , 341 ₃	21KR1 [21KR2]	6 000	0,4	107
[348], [358], 471 ₁ , 471 ₂ , [470, 471], 540—543	9VZ, VTM8, VTM5	6 000	0,4	107
351—353	RSL32	7 500	0,224	380
356	tR1N1	9 000 (две катушки)	0,2	560
[357], 375, [452]	R3N3	15 000	0,15	1 600
378, 379, 431, 432	US1	7 100	0,125	—
380	R4N3	9 000	0,2	5 600
810	V13c-005	1 300	0,4	—
Группа реле 840 и блок защит 850: 008В, 009В, 025В1, 025В2, 026В1; 026В2, 027В1, 027В2, 145В, 146В, 701В, 850В; 844, 862	RP100 [RP102]	11 000	0,1	1 200
852	RP40L	6 000	0,224	179
860В, 861В, 841В	RP40L	11 000	0,16	670
841D, 860D, 861D	RP40LVN	11 000	0,16	670
851С, 853С	RP40LTL	5 100	0,15	460
851D; 853D	RP100L	6 000	0,14	346
841А, 860А, 861А	ER-L	4 500	0,15	425
851А, 853А	ER-L	11 000	0,1	1 680
008А, 145А, 146А, 701А	ER-L	30	2,24	—
009А	ER-L	300	0,71	—

ТАБЛИЦА УСТАВОК АППАРАТОВ КОНТРОЛЯ И ЗАЩИТЫ

Обозначение по схеме	Уставка срабатывания
006	Включение 7 кгс/см ² ; выключение 6,5 кгс/см ²
008	440 А (по шкале 5,5 А)
009	32 А (по шкале 0,4 А)
015 ₁₃	+60° С, +90° С
[015 ₂₅ , 015 ₂₈]	+50° С, +70° С
015 ₁₇ [015 ₂₉]	+20° С
025—027	1800 А
065—067	1500 А
145, 146	5800 А (по шкале 7,25 А)
258, 259	Включение +16° С; выключение +18° С
263	Задержка на отключение 3—3,5 с
292, 293, 315, 318	Выключение +100° С
356	Задержка на отключение 0,4—0,5 с
[360], [364]	Включение 0,8 кгс/см ² ; выключение 0,6 кгс/см ²
371	Задержка на отключение 5с
377	Включение 3,6 кгс/см ² ; выключение 3 кгс/см ²
430	Включение 7,5 кгс/см ² ; выключение 9 кгс/см ²
701	320 А (по шкале 4 А)
808	Включение 6,5 кгс/см ² ; выключение 8 кгс/см ²
851А	Включение 197 [202] В; выключение 180 [184] В
853А	Включение 260 В; выключение 229 В

ТАБЛИЦА АВТОМАТИЧЕСКИХ ЗАЩИТНЫХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ
И ПРЕДОХРАНИТЕЛЕЙ

Обозначение	Тип	Ток срабатыва- ния, А	Номинальное напряжение, В
116*	XJ07/10	10	6 000
203*, 204*	PR 600	630	500
203, 204	PH 3	500	500
205*, 206*, 208*—219*, 271	PR 200	125	500
[205]	PH 1	200	500
[206]	PH 0	100	500
207	AMT602	1×350 2×600	500
[210, 211]	IJM20	—	—
[213]	XJ03/2	2	3 000
[252, 269], 268* [274, 296], [276], 305, 411*, 602, 628, 822	IJM3,5 [IJM ₈ 3,5]	3,5	500
266, 267	JK50	24,7	500
269*, 285, 295*	IJM ₈ 2,4	2,4	500
[272], 273, 274*, 277, 296*, 297, 301, 336, 337, 348, 349, 359, 395 [814], 407, 409, 455, 535, 604, 813, 830	IJM6	6	500
272*, 408*, [411], 600, 605, 629, 823, 824	IJM10	10	500
275*, 276, 279*, 298*, 300, 303	IJM1	1	500
278*, 280*, 294*, 302*, 304*, 410, [601, 627]	IJM25	25	500
[302, 304], [801]	J2MR51	30	500
321 [816], 405, 601*, 603, 627*, 817, 818	IJM15	15	500
355, 800	IJM2	2	500
[462]	IJM4,2	4,2	500
801*, 811	J2MR50	40	500
[801]	J2MR51	85,8	500
826	J1K82B	6	500

КАРТА СМАЗКИ

Наименование узла трения	Место смазки (см. рис. 86)	Сорт смазочного материала		ГОСТ или ЧСН	Количество мест смазки на автомобиле	Количество смазки на электро-воз	Результат осмотра при замене	Дополнения смазки	Замена смазки
		летом	зимой						
Цапфы рычажной системы тормоза	1	Вазелин, ЧС—солидол	Вазелин, ЧС—солидол	ГОСТ 1033—73	14	2 кг	E3	—	—
Цапфа балансира переднего амортизатора	7	То же	То же	ГОСТ 1033—73	12	1,5 кг	E1	—	—
Компенсатор износа тормозных колодок	5	Масло марки Л	Масло марки 3	ГОСТ 610—72	12	0,5 л	E3	—	—
Скользкая опора	12	ЖРО	ЖРО	ВТУ32 ЦТ-015-69	12	40 кг	E3	0,25 кг для подшипника при E2	3,35 кг для каждой буксы при E5.
Поворотная цапфа тележки	14	Масло марки Л	Масло марки 3	ГОСТ 610—72	8	35 л	E1	По мере надобности	Полная замена (4,4 л на одну ванну) при E4
Цапфа опоры редуктора	8	То же	То же	ГОСТ 610—72	2	10 л	E2	То же	Полная замена (6 л для одной поворотной цапфы) при E4
Редуктор	10	Вазелин, ЧС—солидол	Вазелин, ЧС—солидол	ГОСТ 1033—73	12	0,7 кг	E1	—	—
		Автомобильное масло для редуктора (летнее)	Автомобильное масло для редуктора (зимнее)	ТУ МПС 4542—50	6	60 л	E3	—	У нового электроваза после пробега 20 000 км. Дальнейшая замена: масла РР13—после каждых 100 000 км. выгнано—после каждых 50 000 км
		Масло ТАП-15	Масло ТАП-15	ГОСТ 8412—57			E2	Дополнить при E2	То же
Подшипники тягового двигателя	2	Смазка ILZ	Смазка ILZ	INP 21—58	12	2 кг	E2	Не более 0,1 кг для одного подшипника при E4	1,25 кг для одного подшипника при E4
Подшипники большого зубчатого колеса	11	ЖРО	ЖРО	ВТУ32 ЦТ-015-69	12	15 кг	E3	—	—
Цапфа межтележечного соединения	13	Вазелин, ЧС—солидол	Вазелин, ЧС—солидол	ГОСТ 1033—73	2	0,12 кг	E1	—	—
Подшипники малой шестерни	9	ЖРО	ЖРО	ВТУ32 ЦТ-015-69	12	3 кг	E4	Не более 0,05 кг для одного подшипника	0,3 кг для одного подшипника при E4
Гидроцилиндр	6	См. стр. 51	См. стр. 51	ЧСН 656680, ЧСН 656684, ЧСН 656912	12	7,8 л	E3	—	—
Цапфы гидроцилиндра	3	Графитовая смазка	Графитовая смазка		24	0,5 кг	E3	—	—

Примечание. E1—профилактический осмотр (15 дней или 10 000 км); E2—малый периодический ремонт (30 дней или 20 000 км); E3—большой периодический ремонт (100 000 км); E4—подъемочный ремонт (300 000 км); E5—заводской ремонт (600 000 км).

О Г Л А В Л Е Н И Е

От авторов	3
----------------------	---

Г л а в а I

Общие сведения об электровозах ЧС4 и ЧС4^Т и их основные технические данные

§ 1. Общие сведения	4
§ 2. Основные технические данные	7

Г л а в а II

Механическая часть

§ 3. Общие сведения	9
§ 4. Кузов	24
§ 5. Опоры кузова	27
§ 6. Рама тележки	32
§ 7. Шкворневой узел	35
§ 8. Колесная пара	39
§ 9. Буксовый узел	40
§ 10. Гидродемпфер	48
§ 11. Редуктор и карданная передача с шарнирной муфтой	56
§ 12. Межтележечное сочленение	60
§ 13. Развеска электровоза и ее регулировка	63

Г л а в а III

Расположение оборудования и системы вентиляции

§ 14. Расположение оборудования	72
§ 15. Системы вентиляции	79

Г л а в а IV

Электрические схемы

§ 16. Общие сведения	82
§ 17. Силовые цепи	83
§ 18. Вспомогательные цепи	91
§ 19. Цепи питания от аккумуляторной батареи и зарядного устройства	103
§ 20. Цепи управления токоприемниками и главным выключателем	106
§ 21. Цепи блокировок безопасности	109
§ 22. Цепи управления вспомогательными машинами и отоплении поезда от электровоза	110
§ 23. Цепи управления электровозом ЧС4	116
§ 24. Цепи управления электровозом ЧС4 ^Т	120
§ 25. Цепи управления песочницами, звуковыми сигналами и освещения электровоза	123

§ 26. Цепи защиты, сигнализации и контроля режимов работы оборудования	126
§ 27. Устройства для отыскания неисправностей в низковольтных цепях	134

Глава V

Тяговые трансформаторы

§ 28. Общие сведения	138
§ 29. Тяговый трансформатор электровоза ЧС4	138
§ 30. Тяговый трансформатор электровоза ЧС4 ^Т	147
§ 31. Уход в эксплуатации	151

Глава VI

Переключатель ступеней тягового трансформатора

§ 32. Общие сведения	153
§ 33. Конструкция	154
§ 34. Привод переключателя ступеней	157
§ 35. Система фильтрации масла	160
§ 36. Уход в эксплуатации	161

Глава VII

Полупроводниковые преобразовательные установки

§ 37. Выпрямительные установки электровоза ЧС4	162
§ 38. Тяговые выпрямительные установки электровоза ЧС4 ^Т	167
§ 39. Защита полупроводниковых преобразовательных установок от токовых перегрузок	175
§ 40. Защита полупроводниковых преобразовательных установок от перенапряжений	180
§ 41. Блоки для обнаружения поврежденных вентилях	182

Глава VIII

Тяговые двигатели

§ 42. Основные технические данные и характеристики	186
§ 43. Конструкция	188
§ 44. Сглаживающие реакторы в цепи тяговых двигателей	195

Глава IX

Вспомогательные машины

§ 45. Общие сведения	199
§ 46. Мотор-компрессоры	200
§ 47. Вспомогательный мотор-компрессор	209
§ 48. Мотор-вентиляторы	211
§ 49. Мотор-насосы	218
§ 50. Сглаживающие реакторы в цепи вспомогательных машин	220

Глава X

Электрическая аппаратура

§ 51. Токоприемник	221
§ 52. Главный выключатель	225
§ 53. Блок разъединителей токоприемников с заземлителем	234
§ 54. Высоковольтный разрядник	235
§ 55. Блок реверсора с переключателями режимов работы тяговых двигателей	236
§ 56. Резисторы ослабления поля	240
§ 57. Тормозные резисторы	240

§ 58. Контроллер машиниста	243
§ 59. Индивидуальные контакторы	246
§ 60. Релейная и защитная аппаратура	256
§ 61. Блок защит 850 и группа реле 840	261
§ 62. Автоматические защитные выключатели	268
§ 63. Плавкие предохранители	269
§ 64. Устройство для отвода тока	270
§ 65. Аккумуляторная батарея	272
§ 66. Блоки 270 и 271	274
§ 67. Кулачковые элементы и блок-контакты	282
§ 68. Электропневматические вентили	283
§ 69. Электроизмерительные приборы	286
§ 70. Трансформаторы тока	286
§ 71. Калориферы и термостаты	288
§ 72. Система кондиционирования воздуха в кабинах машиниста	289
§ 73. Сельсины указателя позиций переключателя ступеней	292
§ 74. Указатель положения главного выключателя и контактора цепи отопления поезда от электровоза	294

Глава XI

Тормоза и пневматическая система

§ 75. Общие сведения	295
§ 76. Главные резервуары	298
§ 77. Кран машиниста	298
§ 78. Кран вспомогательного тормоза	303
§ 79. Воздухораспределители	306
§ 80. Реле давления	313
§ 81. Центробежный регулятор и скоростной клапан «Дако»	314
§ 82. Добавочный клапан «Дако»	317
§ 83. Электропневматический клапан автостопа	318
§ 84. Рычажная передача	322
§ 85. Автоматический регулятор	323
§ 86. Схема электрического управления тормозами	324
§ 87. Пневматическая система	326
§ 88. Звуковые сигналы и стеклоочистители	329
§ 89. Песочницы	331

Глава XII

Управление электровозом

§ 90. Подготовка электровоза к работе	333
§ 91. Подготовка электрических цепей	334
§ 92. Подготовка электровоза к пуску	338
§ 93. Пуск и ведение электровоза	340
§ 94. Остановка электровоза	345
§ 95. Работа электровоза от посторонних источников напряжения	347
§ 96. Аварийные режимы	347

Приложения

1. Перечень электрических и пневматических аппаратов, приборов и оборудования электровозов ЧС4 и ЧС4 ^Т	354
2. Перечень пломбируемых аппаратов	369
3. Таблица резисторов	370
4. Таблица конденсаторов	375
5. Таблица катушек аппаратов	377
6. Таблица уставок аппаратов контроля и защиты	378
7. Таблица автоматических защитных выключателей и предохранителей	379
8. Карта смазки	380

*Валентин Александрович Каптелкин,
Юрий Владимирович Колесин,
Иван Петрович Ильин,
Александр Сергеевич Потапов,
Дмитрий Иванович Моховиков*

ПАССАЖИРСКИЕ ЭЛЕКТРОВОЗЫ ЧС4 и ЧС4Т

Редакторы *В. К. Калинин, Р. М. Майорова*

Обложка художника *Г. П. Казаковцева*

Технические редакторы *О. Н. Крайнова и Л. И. Широкогорова*

Корректоры: *Г. И. Мусатова и О. Г. Голоцукова*

Сдано в набор 18/II 1975 г. Подп. к печ. 10/X 1975 г.
Бумага 60X90¹/₁₆, типографская № 2 Печ. л. 24,6 (1 вкл.)
Учетно-изд. листов 28,92 Тираж 10 000 Т-15552
Изд. № 1-3-2/5 № 6070 Зак. тип. 314. Цена 1 р. 69 к.
Изд-во «ТРАНСПОРТ», Москва, Басманный туп., 6а

Московская типография № 4 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров СССР
по делам издательства, полиграфии и книжной торговли,
г. Москва, И-41, Б. Переяславская, д. 46

